

dr Marek RUMAN

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi

Katedra Geografii Fizycznej

ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

AUTOREFERATz opisem osiągnięcia naukowego
(w języku polskim)

1. Imię i nazwisko

Marek RUMAN

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

a) stopień naukowy

- nazwa: ***Doktor Nauk o Ziemi w Zakresie Geografii***
- miejsce uzyskania: ***Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Nauk o Ziemi, Sosnowiec***
- rok uzyskania stopnia naukowego: ***2008 r.***
- temat:

***„Uwarunkowania i skutki zmian właściwości fizyko-chemicznych
wód Zbiornika Turawskiego”***

- Promotor w przewodzie doktorskim: ***Prof. zw. dr hab. Andrzej Tadeusz Jankowski***
- Recenzenci w przewodzie doktorskim: ***Prof. zw. dr hab. Adam Choiński***
Prof. zw. dr hab. Stanisław Czaja

b) tytuł zawodowy uzyskany w szkołach wyższych

- nazwa: ***Magister Geografii (specjalność: kształtowanie i ochrona środowiska)***
- miejsce uzyskania: ***Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Nauk o Ziemi, Sosnowiec***
- rok uzyskania tytułu zawodowego: ***2003 r.***
- temat:

***„Czasowe i przestrzenne zmiany występowania antropogenicznych
zbiorników wodnych na terenie Gliwic”***

- Promotor pracy magisterskiej: ***Prof. zw. dr hab. Andrzej Tadeusz Jankowski***

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Przebieg pracy zawodowej w szkolnictwie wyższym:

- **1.10.2003 r. – 30.09.2007 r.:** *nauczyciel akademicki na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego (godziny zlecane w ramach stacjonarnych studiów doktoranckich) w Sosnowcu, ul. Będzińska 60;*
- **10.10.2007 r. – 25.09.2008 r.:** *nauczyciel akademicki na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego (godziny zlecane) w Sosnowcu, ul. Będzińska 60;*
- **1.10.2008 r. – 30.09.2010 r.:** *nauczyciel akademicki i pracownik naukowo-dydaktyczny (adiunkt 9/10 etatu) na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu, ul. Będzińska 60;*
- **1.10.2010 r. - nadal:** *nauczyciel akademicki i pracownik naukowo-dydaktyczny (adiunkt - mianowanie) na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu, ul. Będzińska 60.*

Przebieg pracy zawodowej w szkolnictwie na poziomie podstawowym, gimnazjalnym, zawodowym oraz ogólnokształcącym:

- **1.09.2003 r. – 31.08.2004 r.:** *nauczyciel geografii – Zespół Szkół Mechaniczno-Elektronicznych w Gliwicach ul. Toszecka 25B;*
- **1.09.2004 r. – 31.08.2005 r.:** *nauczyciel geografii – III Liceum Ogólnokształcące w Gliwicach ul. Gierymskiego 1;*
- **10.09.2007 r. – 31.08.2008 r.:** *nauczyciel geografii – III Liceum Ogólnokształcące w Gliwicach ul. Gierymskiego 1;*
- **1.09.2003 r. – nadal:** *nauczyciel geografii i przyrody – Fundacja „Szkoła z Charakterem” im. Edyty Stein w Gliwicach ul. Bałtycka 8 (szkoła podstawowa, gimnazjum, liceum ogólnokształcące).*

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.):

a) Tytuł osiągnięcia naukowego

„Procesy kształtujące jakość wody w zlewniach różnych stref klimatycznych w kontekście lokalnego i globalnego rozprzestrzeniania zanieczyszczeń”

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa)

Osiągnięcie naukowe, będące przedmiotem postępowania habilitacyjnego, zawiera się w zestawie szesnastu oryginalnych anglojęzycznych publikacji naukowych (6 publikacji wiodących oraz 10 publikacji uzupełniających):

- 13 publikacji w czasopismach naukowych posiadających współczynnik wpływu Impact Factor (IF), znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) - część A wykazu MNiSW;
- 1 publikacji zamieszczonej w części B wykazu MNiSW;
- 2 artykułów opublikowanych w recenzowanych materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie Web of Science.

Parametry bibliometryczne osiągnięcia naukowego:

- Sumaryczny Impact Factor (zgodny z rokiem publikacji) = 30.700
- Sumaryczny Impact Factor (5-letni) = 36.513
- Sumaryczna punktacja (zgodna z rokiem publikacji) wg MNiSW = 397
- Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) = 76
(Researcher ID-WoS: S-9533-2017, na dzień 20 grudnia 2017 r.)

Wśród nich, **publikacje wiodące** (wymienione chronologicznie) to:

1. Cieśliński R., **Ruman M.** 2010. Temporal variability in concentration of selected physical and chemical parameters with respect to discharge in a river in the Puck Bay basin. *Ecological Chemistry and Engineering S* 17: 317–329.
IF 2010 = 0,294; IF 5-letni = 0,842 (część A wykazu MNiSW - 15 punktów)
*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji i metodyki badań, pomiarach przepływów metodą ADCP, obliczeniu współczynnika zmienności przepływu, współpracy w zakresie pomiarów jakości wody i analizy danych, w tym wyborze parametrów do pomiarów, napisaniu części manuskryptu - „równy udział obu autorów”. **Mój udział procentowy szacuję na 50%.***
2. **Ruman M.**, Kozak K., Lehmann S., Kozioł K., Polkowska Z. 2012. Pollutants present in different components of the Svalbard archipelago environment. *Ecological Chemistry and Engineering S* 19DOI: 10.2478/v10216-011-0040-9
IF 2012 = 0,382; IF 5-letni = 0,842 (część A wykazu MNiSW - 15 punktów)
*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji artykułu i redakcji większości manuskryptu, w szczególności w odniesieniu do położenia fizycznogeograficznego i charakterystyki jakości wód Svalbardu, sformułowaniu wniosków wynikających z przeprowadzonych badań. **Mój udział procentowy szacuję na 70%.***
3. Kozak K., Polkowska Ż., **Ruman M.**, Kozioł K., Namieśnik J. 2013. Analytical studies on the environmental state of the Svalbard Archipelago provide a critical source of information about anthropogenic global impact. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry* 50: 107–126.DOI: 10.1016/j.trac.2013.04.016
IF 2013 = 6,612; IF 5-letni = 7,929 (część A wykazu MNiSW - 50 punktów)
*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współudziale w przygotowaniu koncepcji badań, udziale w dyskusjach, aktywnej roli doradczej, współudziale w opracowaniu wyników i wniosków, szczególnie w zakresie znaczenia położenia fizycznogeograficznego, udziale wszystkich elementów środowiska Svalbardu w modyfikacji jakości wody oraz problemów monitoringu jakości wody. **Mój udział procentowy szacuję na 30%.***
4. **Ruman M.**, Olkowska E., Kozioł K., Absalon D., Matysik M., Polkowska Z. 2014. Reducing Monitoring Costs in Industrially Contaminated Rivers: Cluster and Regression Analysis Approach. *Journal of Environmental Quality* 43: 753–762.DOI: 10.2134/jeq2013.06.0225
IF 2014 = 2,652; IF 5-letni = 2,987 (część A wykazu MNiSW - 30 punktów)
*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu i opracowaniu koncepcji badań, przeprowadzeniu koniecznych prac terenowych (wraz z koncepcją częstotliwości i miejsc pobierania próbek), współpracowaniu części metodycznej i statystycznej (udział w wyborze parametrów jakości wody i analizie danych) oraz współuczestnictwie w opracowaniu wniosków i przygotowaniu oraz redakcji manuskryptu do druku. **Mój udział procentowy szacuję na 40%.***

5. **Ruman M.**, Olkowska E., Drąg-Śmigalska M., Jankowski G., Polkowska Ż. 2017. Surfactants in Klodnica river (Katowice, Poland). Part I. Linear alkylbenzene sulphonates (LAS). *Ecological Chemistry and Engineering S* 24: 53–63. DOI: 10.1515/eces-2017-0005
IF 2016 = 0,717; IF 5-letni = 0,842 (część A wykazu MNiSW - 15 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu i opracowaniu koncepcji pracy, przeprowadzeniu koniecznych prac terenowych, współudziale w przygotowaniu manuskryptu, interpretacji wyników w kontekście środowiskowym oraz opracowaniu wniosków i redakcji manuskryptu do druku. Mój udział procentowy szacuję na 55%.
6. Kozak K., **Ruman M.**, Kosek K., Karasiński G., Stachnik Ł., Polkowska Ż. 2017. Impact of Volcanic Eruptions on the Occurrence of PAHs Compounds in the Aquatic Ecosystem of the Southern Part of West Spitsbergen. *Water (MDPI)* 9: 1–21. DOI: 10.3390/w9010042
IF 2016/2017 = 1,832; IF 5-letni = 2,056 (część A wykazu MNiSW - 30 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współudziale w przygotowaniu koncepcji badań, wyborze obszaru badań, nadzorze nad pozyskiwaniem danych, analizie warunków środowiskowych i czynników geograficznych, udziale w pracach terenowych, przygotowaniu rycin, wykonaniu części kartograficznej, współpracowaniu wniosków oraz przeglądzie końcowej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 30%.

Na zestaw **publikacji uzupełniających** (wymienione chronologicznie) składają się następujące prace naukowe:

7. Polkowska Ż., Cichała-Kamrowska K., **Ruman M.**, Koziół K., Krawczyk W. E., Namieśnik J. 2011. Organic pollution in surface waters from the Fuglebekken basin in Svalbard, Norwegian Arctic. *Sensors* 11: 8910–29. DOI: 10.3390/s110908910
IF 2011 = 1,739; IF 5-letni = 2,964 (część A wykazu MNiSW - 30 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współudziale w przygotowaniu koncepcji badań, wyborze obszaru badań, udziale w badaniach terenowych, charakterystyce fizycznogeograficznej i hydrologicznej zlewni, udziale w dyskusji nt. wyników ze zwróceniem uwagi na elementy przestrzenne w analizie danych, wykonaniu części graficznej i kartograficznej. Mój udział procentowy szacuję na 25%.
8. **Ruman M.**, Szopińska M., Kozak K., Lehmann S., Polkowska Z. 2014. The research of the contamination levels present in samples of precipitation and surface waters collected from the catchment area Fuglebekken (Hornsund, Svalbard Archipelago). *AIP Conference Proceedings* 1618: 297–300. DOI: 10.1063/1.4897732
IF = brak; Materiały konferencyjne indeksowane w bazie Web of Science (15 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań jakości wody w szerokim kontekście procesów hydrologicznych w zlewni, kierowaniu dyskusją nt. interpretacji wskaźników jakości wody, wyborze zanieczyszczeń o szczególnym znaczeniu dla jakości wody oraz sformułowaniu wniosków. Mój udział procentowy szacuję na 75%.

9. Absalon D., **Ruman M.**, Matysik M., Kozioł K., Polkowska Ż. 2014. Innovative Solutions in Surface Water Quality Monitoring. *APCBEE Procedia* 10: 26–30. DOI: 10.1016/j.apcbee.2014.10.009
IF = brak; Materiały konferencyjne indeksowane w bazie Web of Science (15 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współprzygotowaniu koncepcji badań, opracowaniu części metodycznej (testy systemu w terenie) oraz współudziale w opracowaniu wyników i wniosków, wykonaniu części graficznej. Mój udział procentowy szacuję na 30%.
10. Olkowska E., Kudłak B., Tsakovski S. L., **Ruman M.**, Simeonov V., Polkowska Ż. 2014. Assessment of the water quality of Kłodnica River catchment using self-organizing maps. *Science of the Total Environment* 476–477: 477–484. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.01.044
IF 2014 = 4,099; IF 5-letni = 5,102 (część A wykazu MNiSW - 35 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w opracowaniu koncepcji badań, przygotowaniu bazy danych, przeprowadzeniu badań terenowych, udziale w dyskusji nt. najlepszego sposobu ich analizy, interpretacji danych w kontekście procesów zachodzących w zlewni, wykonaniu części kartograficznej. Mój udział procentowy szacuję na 20%.
11. Kozak K., Kozioł K., Luks B., Chmiel S., **Ruman M.**, Marć M., Namieśnik J., Polkowska Ż. 2015. The role of atmospheric precipitation in introducing contaminants to the surface waters of the Fuglebekken catchment, Spitsbergen. *Polar Research* 34: 24207. DOI: 10.3402/polar.v34.24207
IF 2015 = 1,728; IF 5-letni = 1,664 (część A wykazu MNiSW - 25 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w dyskusji, koncepcji i redakcji manuskryptu, szczególnie w zakresie sugestii strategii zbierania próbek i interpretacji wyników w odniesieniu do wód powierzchniowych, wykonaniu części graficznej i kartograficznej. Mój udział procentowy szacuję na 15%.
12. Olkowska E., Polkowska Ż., **Ruman M.**, Namieśnik J. 2015. Similar concentration of surfactants in rural and urban areas. *Environmental Chemistry Letters* 13: 97–104. DOI: 10.1007/s10311-014-0485-z
IF 2015 = 4,134; IF 5-letni = 4,023 (część A wykazu MNiSW - 30 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w opracowaniu koncepcji badań, udziale w dyskusji w zakresie problemów związanych z krążeniem wody i jej jakością oraz udziale w opracowaniu wyników i wniosków. Mój udział procentowy szacuję na 30%.
13. Polkowska Ż., Wolska L., Łęczyński L., **Ruman M.**, Lehmann S., Kozak K., Matysik M., Absalon D. 2015. Estimating the Impact of Inflow on the Chemistry of Two Different Caldera Type Lakes Located on the Bali Island (Indonesia). *Water (MDPI)* 7: 1712–1730. DOI: 10.3390/w7041712
IF 2015 = 1,687; IF 5-letni = 2,056 (część A wykazu MNiSW - 25 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji artykułu, wyborze obszaru badań, nadzorze nad pozyskiwaniem danych, udziale w pracach terenowych, przygotowaniu rycin, opracowaniu danych geograficznych i map, przeglądzie końcowej wersji manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 25%.

14. Ntougias S., Polkowska Ż., Nikolaki S., Dionyssopoulou E., Stathopoulou P., Doudoumis V., **Ruman M.**, Kozak K., Namieśnik J., Tsiamis G. 2016. Bacterial Community Structures in Freshwater Polar Environments of Svalbard. *Microbes and Environments* 31: 401–409. DOI: 10.1264/jsme2.ME16074
IF 2016 = 2,909; IF 5-letni = 2,690 (część A wykazu MNiSW - 25 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w pracach terenowych, opracowaniu koncepcji badań, interpretacji danych w kontekście hydrologicznym, wykonaniu części kartograficznej. Mój udział procentowy szacuję na 10%.
15. Kozak K., Polkowska Ż., Stachnik Ł., Luks B., Chmiel S., **Ruman M.**, Lech D., Koziol K., Tsakovski S., Simeonov V. 2016. Arctic catchment as a sensitive indicator of the environmental changes: distribution and migration of metals (Svalbard). *International Journal of Environmental Science and Technology* 13 DOI: 10.1007/s13762-016-1137-6
IF 2016 = 1,915; IF 5-letni = 2,516 (część A wykazu MNiSW - 30 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu strategii poboru próbek: od źródeł do ujścia, użyciu różnorodnych metod matematycznych do analizy procesów w zlewni – udziale w dyskusji nt. koncepcji i poprawkach w manuskrypcie, wykonaniu części kartograficznej. Mój udział procentowy szacuję na 10%.
16. Olkowska E., **Ruman M.**, Drąg-Śmigalska M., Polkowska Ż. 2017. Selected anionic and cationic surface active agents: case study on the Kłodnica sediments. *Limnological Review* 17: 11–21. DOI: 10.1515/limre-2017-0002
IF = brak; (część B wykazu MNiSW - 12 punktów)
Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współprzygotowaniu koncepcji badań, pobraniu próbek środowiskowych wraz ze strategią ich lokalizacji, interpretacji danych w kontekście globalnych i lokalnych problemów krążenia i jakości wody. Mój udział procentowy szacuję na 45%.

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wstęp

Zanieczyszczenie środowiska to problem globalny, który znajduje szczególne odzwierciedlenie w hydrologii zlewni, zarówno zmieniając jakość wód w niej krążących, jak i stanowiąc narzędzie badania procesów fizycznych i chemicznych zachodzących w jej obrębie (funkcja markera). Wśród czynników wpływających na stan środowiska zlewni można wymienić zarówno położenie geograficzne i lokalne warunki fizycznogeograficzne, jak i występowanie źródeł zanieczyszczeń w jej obrębie i poza nią. Rozpatrywanie zagadnienia rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń wymagało interdyscyplinarnego podejścia i uwzględnienia wieloaspektowości obserwowanych procesów. W niniejszym dziele wskazano kilka najważniejszych procesów, które istotnie zmieniają jakość wody zlewni

położonych na różnych obszarach, od Arktyki po okolice równika, a także scharakteryzowano interakcje między nimi. Przeprowadzone badania naukowe oraz metody i techniki badawcze mogą stanowić przykład, w jaki sposób całościowo zbadać środowisko zlewni w zakresie jakości wody. Jak dotąd jest to pierwsze tego typu wieloaspektowe opracowanie tematu w takiej skali przestrzennej.

W badanych zlewniach najczęściej czynniki antropogeniczne i naturalne występowały wspólnie, więc konieczne było rozróżnienie procesów przez nie wywołanych za pomocą matematycznych metod interpretacji danych. W zlewniach zurbanizowanych procesy prowadzące do zmian jakości wody obejmowały zarówno fizyczne modyfikacje przepływu, jak i emisje zanieczyszczeń. Ponadto obecne w wodach związki chemiczne podlegają wzajemnym oddziaływaniom. Jednakże problem zanieczyszczenia antropogenicznego dotyczy również obszarów oddalonych od centrów przemysłowych i dużych miast, co pokazano na przykładzie Spitsbergenu (Arktyka, strefa klimatów okołobiegunowych według W. Okołowicza, 1969) i wyspy Bali (strefa klimatów równikowych według tejże klasyfikacji). Szczególnie interesującym przypadkiem wielopłaszczyznowych procesów wpływających na jakość wody są zlewnie arktyczne, w których zarówno zanieczyszczenia z działalności człowieka, jak i naturalne (np. wulkaniczne) mogą być dostarczane poprzez daleki transport atmosferyczny. Częste występowanie inwersji termicznej w troposferze oraz bardzo niskie temperatury panujące w tym regionie sprzyjają zatrzymywaniu zanieczyszczeń, co powoduje występowanie zjawiska arktycznej mgiełki (*Arctic haze*) zimą i wczesną wiosną (Law and Stohl, 2007; Shaw, 1995). Ponadto długotrwałe zaleganie pokrywy śnieżnej i występowanie lodowców i wieloletniej zmarzliny powoduje nietypowo długie czasy retencji niektórych zanieczyszczeń w środowisku zlewni. Wzajemne interakcje składników chemicznych wód płynących i stojących, oraz interakcje z ekosystemem, dopełniają obrazu tych wrażliwych i nietypowych zlewni.

Poniżej zaprezentowano wyniki badań otrzymane dla wybranych zlewni położonych w różnych strefach klimatycznych, na obszarach o zróżnicowanej antropopresji. W ten przekrojowy sposób wskazano nietypowe problemy związane z jakością wody. Wynikają one z połączenia unikalnego środowiska fizycznogeograficznego zlewni, jej położenia geograficznego, lokalizacji i nasilenia emisji z różnorodnych źródeł zanieczyszczeń. Oznaczanie poziomów zanieczyszczeń obecnych na tych obszarach służy szerszemu celowi,

jakim jest rozpoznanie procesów zachodzących w środowisku fizycznogeograficznym, które wpływają na transport zanieczyszczeń i jakość wody w kontekście lokalnym i regionalnym. Umieszczenie większości moich badań terenowych w transekcie południkowym (wybrane zlewnie Polski i Spitsbergenu, położone w wąskim zakresie długości geograficznej 15°E - 20°E) pozwala na porównania wynikające z różnych warunków klimatycznych, które wywierają wpływ na szereg cech środowiska fizycznogeograficznego.

Realizacja tak zaplanowanego projektu naukowego, będącego przedmiotem przedstawionego cyklu publikacji, ze względu na stopień złożoności problemu, wymagała szerokiego spektrum umiejętności z zakresu różnych dyscyplin, a zatem pracy zespołowej. Od 2010 roku realizowałem badania w ramach interdyscyplinarnego zespołu, który współzałożyłem. Zespół ten złożony jest z geografów (hydrologów i hydrochemików), chemików, inżynierów środowiska, mikrobiologów, geofizyków i geologów oraz statystyków. Było to konieczne, aby móc rozwiązywać problemy związane z jakością wody w kontekście różnych aspektów położenia zlewni (polarnych i zurbanizowanych). Trzon zespołu stanowili naukowcy z Uniwersytetu Śląskiego i Politechniki Gdańskiej, natomiast dalsza realizacja badań wymagała rozszerzenia jego składu o specjalistów z następujących jednostek naukowych: Uniwersytetu w Sheffield (Wielka Brytania), Centrum Uniwersyteckiego na Svalbardzie (UNIS Norwegia), Uniwersytetu w Sofii (Bułgaria), Uniwersytetu Demokryta w Tracji i Uniwersytetu w Patras (Grecja), Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Uniwersytetu Jagiellońskiego, Instytutu Geofizyki PAN, Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Państwowego Instytutu Geologicznego. Dlatego w artykułach wchodzących w skład dzieła jestem jednym z autorów, najczęściej jedynym lub pierwszym z geografów, a poza mną w pracach brali udział także chemicy, inżynierowie środowiska oraz statystycy. W części artykułów pierwszym autorem jest Katarzyna Kozak, której byłem promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej (obronionej z wyróżnieniem decyzją Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej z dnia 11.07.2017 r.).

Mój wkład w przedstawionym cyklu prac koncentrował się na zagadnieniach związanych z jakością wody w ujęciu geograficznym, w szczególności w kontekście zlewni zróżnicowanych pod względem warunków klimatycznych, podłoża geologicznego czy też wykorzystania przez człowieka. Mój udział w opisywanych badaniach polegał na

opracowaniu koncepcji badań, wyborze lokalizacji oraz stworzeniu interdyscyplinarnego zespołu do rozwiązania problemu. W pracach koncepcyjnych skoncentrowałem uwagę na kierunku ujęć holistycznych, zaś w ujęciu szczegółowym uwzględniłem charakterystykę hydrologiczną zlewni. Dzięki temu artykuły prezentowane jako osiągnięcia naukowe miały szansę osiągnąć wyższy prestiż i poczytność w szeregu środowisk naukowych, co znalazło wyraz we wskaźnikach bibliometrycznych czasopism (Impact Factor) i cytowań (index H). Wiadomo bowiem, że prace interdyscyplinarne są znacznie bardziej cenione przez redakcje uznanych czasopism naukowych.

Zagadnienia dotyczące jakości wody w kontekście położenia geograficznego zlewni

Jakość wody jest efektem wielu czynników: geograficznych, geologicznych, biologicznych, związanych z działalnością człowieka, a także ze sposobem krążenia wody w zlewni (np. Juśkiewicz i in., 2015; Rzymiski i in., 2017). Bezpośredni i pośredni wpływ człowieka na zjawiska obserwowane w zlewniach należą do bardzo aktualnych tematów badawczych zarówno w Polsce (np. Pociask-Karteczka i in., 2003; Kurzyca i in., 2009; Pociask-Karteczka, 2011; Pociask-Karteczka, Choiński, 2012; Rahmonov i in., 2016; Choiński i in., 2016; Marszelewski i in., 2017), jak i na świecie (Whitehead i in., 2009; Heathwaite, 2010; Ertel i in., 2012; Woolway i in., 2017). W swoich pracach rozważałem ten problem z wielu punktów widzenia, aby rozszerzyć wiedzę na temat możliwych procesów dostarczania i przemieszczania zanieczyszczeń oraz interakcji między nimi. Zidentyfikowałem również nieznanne dotąd lub słabo rozpoznane zagrożenia wpływające na jakość wody, na które warto zwrócić uwagę, zarówno w Polsce, jak i na świecie. Za pomocą metod matematycznych wskazałem sposoby identyfikowania pochodzenia problemów dotyczących jakości wody, które wynikają z interakcji wielu czynników. Dzięki temu dostarczyłem narzędzi do planowania ochrony jakości wody w przyszłości. Wśród badanych obiektów geograficznych można łatwo rozróżnić dwie grupy o odrębnych zakresach problemów dotyczących jakości wody w ich obrębie. Wody zlewni przekształconych antropogenicznie charakteryzują się: wysokimi stężeniami zanieczyszczeń różnego typu, modyfikacjami przepływu za sprawą hydroinżynierii, a nieraz także koniecznością zapewnienia wody pitnej dla dużej liczby ludności. Wszystkie te cechy wiążą się z koniecznością ścisłego monitorowania jakości wody. Z drugiej strony, zlewnie obszarów o niewielkiej antropopresji również wymagają monitorowania jakości wody, jednak bardziej ze względu na ich walory przyrodnicze,

podtrzymywanie wrażliwych ekosystemów i konieczność ochrony tych cennych terenów. Istotnym zjawiskiem na tych terenach jest transport zanieczyszczeń z innych obszarów, a także naturalne procesy geologiczne, w tym wulkanizm. Wspólnymi cechami dla obu typów zlewni jest złożoność procesów dostarczania i redystrybucji zanieczyszczeń wpływających na jakość wody, a także nakładanie się wielu efektów, w tym różnych źródeł zanieczyszczeń.

1. Zlewnie w Polsce (strefa klimatów umiarkowanych) w wysokim stopniu przekształcone antropogenicznie

Jedną z pierwszych polskich zlewni, których badania opublikowałem po uzyskaniu stopnia doktora, jest zlewnia Płutnicy na Pobrzeżu Bałtyckim, gdzie wraz z dr. hab. Romanem Cieślińskim prześledziliśmy przebieg czasowy zmian parametrów jakości wody i ich zależności od przepływu (Cieśliński, Ruman, 2010): ***Temporal variability in concentration of selected physical and chemical parameters with respect to discharge in a river in the Puck Bay basin***. Zlewnia tej rzeki jest charakterystyczna dla obszaru Przymorza, a w szerszym kontekście dla gęsto zaludnionych obszarów nadmorskich. Regionalnym czynnikiem wpływającym na jakość wody w tej zlewni są intruzje wody morskiej do płytkich wód podziemnych, które wpływają na zmienność stężenia jonów sodowego i chlorkowego w rzece. Jednocześnie skład chemiczny wód rzecznych i wielkość przepływów podlegają modyfikacji antropogenicznej, np. przez zrzuty ścieków czy regulacje stopnia zalania terenów w dolnej części zlewni. Intensywne przekształcenie przez człowieka dolnego odcinka rzeki Płutnicy (system polderów do odwadniania bagien) kontrastuje z biegiem środkowym, gdzie pomimo prac hydroinżynierskich wpływ człowieka jest nieco mniejszy, jak również z najbardziej naturalnym biegiem górnym. Obok podstawowego składu jonowego zbadano jeszcze dodatkowe parametry przyjęte w określaniu jakości wody, takie jak biologiczne i chemiczne zapotrzebowanie na tlen w próbkach wody pobranych z rzeki Płutnicy.

Moja rola w projekcie badawczym związanym z rzeką Płutnicą była równorzędna z współautorem. Uczestniczyłem we wszystkich etapach wykonywania badań, od opracowania koncepcji i metodyki, poprzez prace terenowe i kameralne, po redakcję manuskryptu. Wykonałem profilowanie przepływu dopplerowskim miernikiem akustycznym (ADCP – Acoustic Doppler Current Profiler) oraz dokonałem wyboru istotnych parametrów jakości wody. Obliczyłem także współczynnik nieregularności przepływu, który wiąże się ściśle z charakterystyką fizycznogeograficzną zlewni: w przypadku Płutnicy wskazuje on na

słabo przepuszczalne grunty na jej terenie. Odptyw jednostkowy ze zlewni Płutnicy zobrazował jej podobieństwo do innych zlewni rzek Przymorza, chociaż stopień przekształcenia przez człowieka jej zlewni był znacznie wyższy niż w pozostałych rzekach. Słabo przepuszczalna powierzchnia przyczyniła się do występowania na tym terenie powodzi, które w badanej zlewni pojawiały się na wiosnę i jesienią, zmieniając jakość wody (rozcieńczenie większości składników jonowych, chociaż wiosenne powodzie znacznie zwiększały też udział jonu potasowego w składzie chemicznym wód Płutnicy, splukując ten składnik z pól uprawnych). Dodatkowym czynnikiem zmieniającym charakterystykę jakościową wód był hydroinżynierski drenaż polderów w okresie wysokich stanów, a także ich nawadnianie z rzeki Płutnicy w okresie najintensywniejszego parowania z powierzchni, co pogłębiało kontrasty między wysokimi a niskimi stanami wody w tej rzece. Jesienne sztormy również modyfikowały skład chemiczny wód tej rzeki, dostarczając jonu chlorkowego z intruzji wody morskiej. Analiza składu jonowego wód Płutnicy wskazała na stosunkowo dobrą jakość wody, z przewagą jonów wodorowęglanowego i wapniowego, jednakże od czerwca do października wody tej rzeki były niedotlenione (stężenie rozpuszczonego tlenu poniżej 42%, co wskazuje na niesatysfakcjonującą czystość wód). Natomiast na wiosnę nasycenie wód tlenem było zbliżone do maksymalnego, jednakże wtedy występowały również najwyższe wartości biologicznego zapotrzebowania na tlen. Podsumowując, jakość wód Płutnicy w okresie badań nie była satysfakcjonująca, a wpływały na to czynniki antropogeniczne, zarówno w postaci zrzutów ścieków, nawożenia pól (marcowe maksima jonu potasowego), jak i przekształceń przepływu wody. W szczególności te ostatnie odbiegały w zlewni Płutnicy od typowego dla rzek Przymorza stabilnego przebiegu (Bogdanowicz, 2007). Ten nietypowy przebieg parametrów przepływu i jakości wody, znacznie uzależniony od zagospodarowania i środowiska fizycznogeograficznego jej zlewni, zainspirował moje dalsze badania rzek silnie przekształconych antropogenicznie.

Szersze badania jakości wody, połączone z wieloaspektową analizą statystyczną jej wskaźników, podjąłem w zlewni Kłodnicy, która stanowi przykład terenu wyjątkowo silnie przekształconego przez działalność człowieka. Rzeką niesie wody pozaklasowe pod względem jakości, a typowymi zanieczyszczeniami w zlewni Kłodnicy są substancje biogenne, jony chlorkowe i siarczanowe, a także metale ciężkie. Ich głównymi źródłami są zrzuty ścieków bytowych i przemysłowych, w tym wody kopalniane (Olkowska i in., 2014); górnictwo

wpływa również na inne elementy systemu hydrologicznego (Czaja i in., 2014). Do badań wybrałem 25 punktów rozmieszczonych w charakterystycznych lokalizacjach wzdłuż rzeki, dla których zgromadzono liczne dane dotyczące jakości wód w próbkach pobieranych co kwartał. Ten reżim prac terenowych został przeze mnie wybrany w celu pełnego odzwierciedlenia różnego typu czynników antropogenicznych widocznych w tej zlewni i ich wpływu w połączeniu z procesami naturalnymi (np. sezonową zmiennością przepływów). Z pomocą chemików z Politechniki Gdańskiej określono szereg parametrów jakości wody, które odzwierciedlały możliwy toksyczny wpływ tej rzeki na środowisko i pochodzenie zanieczyszczeń. Określone parametry to: pH, przewodnictwo elektryczne właściwe, stężenia jonów nieorganicznych i pierwiastków śladowych oraz zanieczyszczeń organicznych, takich jak suma WWA (wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych), suma PCB (polichlorowanych bifenyli), suma fenoli i formaldehydów.

W artykule Ruman i in. (2014a): ***Reducing Monitoring Costs in Industrially Contaminated Rivers: Cluster and Regression Analysis Approach*** wykonano wieloparametrową analizę statystyczną zgromadzonych danych. Poszukiwano przy tym parametrów redundantnych, wskazując zatem na możliwe usprawnienia w monitoringu jakości wody obszarów silnie przekształconych przez człowieka. Ma to szczególne znaczenie w obszarach mocno uprzemysłowionych krajów rozwijających się, gdzie wydatki na monitoring jakości wody są bardzo ograniczone. Dzięki analizie skupień (klastrowej, CA) i regresji (RA) osiągnięto redukcję istotnych parametrów nawet o 35%, przy zachowaniu 60% informacji dostarczanej przez wyeliminowane zmienne (lub redukcję o 23%, przy zachowaniu 70% informacji o zmienności jakości wody rzecznej dostarczanej przez wyeliminowane zmienne). Zaproponowana przeze mnie metoda może być skutecznie stosowana przy użyciu dowolnego pakietu statystycznego, usprawniając i zmniejszając koszt oceny jakości wody na terenach antropogenicznie przekształconych. W odróżnieniu od częściej używanych w analizie wody analiz: składowych głównych (PCA) i czynnikowej (FA), zastosowana tu metoda jest bardziej zrozumiała i daje wyniki ilościowe, co jest bardzo pożądaną cechą dla rozpowszechnienia jej użycia. Moja rola w przygotowaniu manuskryptu polegała na opracowaniu koncepcji, przeprowadzeniu badań terenowych, pomocy w wyborze parametrów jakości wody do analiz statystycznych oraz uczestnictwie w analizie danych, opracowaniu wniosków i redakcji manuskryptu.

Wykorzystanie nowoczesnych technik statystycznych do analizy wieloparametrowych baz danych kontynuowałem wraz z podobnym zespołem w artykule ***Assessment of the water quality of Kłodnica River catchment using self-organizing maps*** (Olkowska i in., 2014), pozyskując jednak pomoc zespołu statystyków z Uniwersytetu w Sofii (Bułgaria), którzy wzbogacili nasze narzędzia analiz danych o innowacyjne użycie sieci neuronowych Kohonena (zwanymi również samoorganizującymi się mapami). Algorytm ten pozwala na wyjaśnienie zależności między wieloma zmiennymi, bez przyjmowania założeń na temat ich natury. Jest on zbliżony do analizy skupień (klastrowej) z tą różnicą, że pozwala na równoczesne klasyfikowanie zmiennych i obiektów badań (tu: stężeń substancji chemicznych i lokalizacji, z których pobrano próbki). Technika ta pozwoliła z sukcesem wyróżnić powiązane ze sobą zanieczyszczenia, takie jak związki z grupy WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne), selen, arsen i bor pochodzące najpewniej z przemysłu opartego o spalanie węgla kamiennego czy też jony: chlorkowy, siarczanowy i wapniowy związane ze źródłami mineralnymi. Inne zanieczyszczenia wyraźnie pochodziły z niezależnych źródeł: fosforany (V), azotany (III), jony amonowe czy fenole. Drugim aspektem poddanym analizie był przekrój lokalizacji pobierania próbek w zależności od sezonu. Analiza ta wskazała 8 typów lokalizacji, m.in.: 1) lokalizacje najmniej zanieczyszczone, położone bezpośrednio poniżej oczyszczalni ścieków; 2) miejsca pozbawione wpływu zanieczyszczeń organicznych, związanych ze spalaniem węgla, ale pod innymi względami o zadowalającej lub niezadowalającej jakości wody; 3) obszary z silnymi wpływami przemysłu węglowego (spalania węgla i wód kopalnianych); 4) odcinki rzeki najsilniej zanieczyszczone, z udziałem różnego typu wpływów antropogenicznych, w tym ruchu drogowego, przemysłu chemicznego i wspomnianych już kopalni węgla kamiennego; 5) tereny zdominowane przez zanieczyszczenia pochodzenia mineralnego, stosunkowo czyste pod innymi względami. Dodatkowo potwierdzono rozproszony charakter wpływu fosforanów (V) czy jonów zawierających azot, pełniących rolę nutrientów i pochodzących zazwyczaj z terenów rolniczych. Analiza ta wykazała znaczne różnice przestrzenne w źródłach, typach i poziomie zanieczyszczenia wód w obrębie zlewni Kłodnicy, co ma istotne znaczenie dla proponowania technik poprawienia jakości wody na tym terenie. Artykuł służy również za dowód przydatności zaproponowanej nowatorskiej metody analizy jakości wody w studiach geograficznych. Mój udział w pracach nad nim polegał na ponownym wykorzystaniu utworzonej wcześniej bazy danych (pozyskanych

w terenie) dotyczących rzeki Kłodnicy, udziale w opracowaniu koncepcji badań, dyskusji nt. najlepszego sposobu analizy danych oraz interpretacji danych w kontekście procesów zachodzących w zlewni.

Aby rozszerzyć rozumienie stopnia zmian jakości wody w zlewni Kłodnicy, postanowiłem poddać próbki wody (z tych samych 25 lokalizacji) badaniom pod kątem oznaczenia w nich stężeń związków powierzchniowo czynnych (w tym przypadku: anionowych surfaktantów) używanych zarówno w gospodarstwie domowym, jak i w przemyśle. W tych samych miejscach pobrałem również próbki osadów dennych (Ruman i in., 2017): ***Surfactants in Kłodnica river (Katowice, Poland). Part I. Linear alkylbenzene sulphonates (LAS)***. Mój udział w tej pracy składał się z przygotowania koncepcji, przeprowadzenia koniecznych prac terenowych, udziału w przygotowaniu manuskryptu, interpretacji wyników w kontekście środowiskowym oraz opracowania wniosków i redakcji manuskryptu do druku.

Związki powierzchniowo czynne łączą w sobie właściwości hydrofilowe i hydrofobowe, co sprawia, że mogą wiązać się z różnymi elementami środowiska, zarówno wodą, jak i osadami – co oferuje wyjątkową możliwość zastosowania ich stężeń w monitorowaniu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w rzekach i ich otoczeniu. Do dalszych badań wytypowano związki z grupy surfaktantów anionowych ze względu na ich powszechność zastosowania (65% produkcji związków powierzchniowo czynnych przypada na ten ich rodzaj), a spośród nich najbardziej popularny jest LAS (sulfonowany liniowy alkilobenzen). Związki te mogą być szkodliwe dla organizmów wodnych, zaburzając ich funkcje życiowe i powodując zwiększone pochłanianie innych typów zanieczyszczeń przez komórki żywe (Nomura i in., 1998; Jensen, 1999), jak również mogą wpływać na rozprzestrzenianie się innych związków hydrofobowych w środowisku wodnym. Podczas analizy danych zebranych w zlewni Kłodnicy zaobserwowano prawidłowości dotyczące rozpowszechnienia surfaktantu LAS w poszczególnych elementach środowiska, zgodne z ich właściwościami fizykochemicznymi: LAS o krótszych łańcuchach, bardziej hydrofilowe, występowały obficie w próbkach wody, podczas gdy LAS o dłuższych łańcuchach preferencyjnie przechodziły do osadów dennych.

Komplementarnym do powyższej pracy jest artykuł: ***Selected anionic and cationic surface active agents: case study on the Kłodnica sediments*** (Olkowska i in., 2017) opublikowany w czasopiśmie *Limnological Review*, który przedstawia wyniki badań

dotyczące porównania oznaczonych stężeń różnych typów surfaktantów w osadach rzecznych dopływów Kłodnicy (surfaktanty anionowe i kationowe). Moja rola w pracach do tego artykułu polegała na współprzygotowaniu koncepcji badań, pobraniu próbek środowiskowych i ustaleniu strategii dotyczącej lokalizacji punktów ich pobierania oraz interpretacji danych w kontekście globalnych i lokalnych problemów krążenia i jakości wody. Do przygotowania próbek do analizy użyto nowoczesnych technik analitycznych, takich jak przyspieszona ekstrakcja do fazy stałej. Natomiast do oznaczania stężeń surfaktantów wykorzystano chromatografię jonową (IC) z detektorem konduktometrycznym. Analizy były zgodne z zasadami „zielonej chemii”, co również wpisuje się w najnowsze trendy badań środowiskowych.

Na etapie dyskusji porównano oznaczone stężenia surfaktantów w próbkach pobranych między dopływami narażonymi w zróżnicowanym stopniu na antropopresję. Na tym obszarze występowały różne typy działalności przemysłowej i rolniczej, co odzwierciedla mnogość źródeł, z których mogą pochodzić oznaczone w próbkach związki z grupy surfaktantów. Do ich źródeł można zaliczyć m.in. flotację stosowaną w górnictwie, przemysł tekstylny, elektroniczny, farmaceutyczny, produkcję żywności i ochronę plonów, jak również użycie środków powierzchniowo czynnych w gospodarstwach domowych. Sprawia to, że związki są dalece rozpowszechnione w środowisku, podczas gdy brakuje regulacji dotyczących dopuszczalnej ich emisji i występowania w wodach. Tymczasem surfaktanty mogą podlegać rozkładowi mikrobiologicznemu, a niektóre z nich tworzą w wyniku rozkładu związki bardziej toksyczne od swoich prekursorów. W artykule porównano również stężenia surfaktantów w zlewni Kłodnicy do poziomów ich stężeń wykrytych w rzekach świata, znajdując najbliższe porównanie z rzekami Portugalii. Zaobserwowano także, że w badanych osadach rzecznych łatwiej gromadziły się surfaktanty o dłuższych łańcuchach alkilowych, co jest zgodne z ich hydrofobowymi właściwościami.

Oba powyżej opisane artykuły dostarczają rzadkich danych na temat poziomu zanieczyszczenia surfaktantami osadów rzecznych w Polsce. Obecnie brakuje jeszcze szerszych opracowań i legislacji dotyczących związków z grupy surfaktantów. Wyniki opublikowane w tych pracach pokazują ważny problem dla środowisk hydrologicznych zlewni w Polsce, który wymaga dalszych opracowań i przygotowania skutecznych zaleceń zmierzających do ograniczenia ich szkodliwych skutków dla środowiska.

Problem związany z surfaktantami w środowisku wodnych sygnalizowałem już wcześniej, aktywnie uczestnicząc w badaniach do artykułu Olkowskiej i in. (2015): ***Similar concentration of surfactants in rural and urban areas*** w zakresie problemów związanych z krążeniem wody i jej jakością. Mój udział w tym artykule obejmował partycypację w przygotowaniu koncepcji badań, dyskusji w zakresie problemów związanych z krążeniem wody i jej jakością, a także opracowaniu wyników i wniosków. Temat opracowany został tam w ujęciu geograficznym, w kilku obszarach miejskich i wiejskich w Polsce, a analizie poddano szerokie spektrum typów wód występujących w środowisku: opady i osady atmosferyczne (rosa, szron), odpływ powierzchniowy i wody płynące. Badania te podjęto ze względu na możliwość migracji tych związków między elementami środowiska, co stwarza zagrożenie również w oddaleniu od ich źródeł emisji. Istotnie zanieczyszczenia te rozprzestrzeniły się zarówno w obszarach miejskich jak i wiejskich, osiągając najwyższe poziomy (spośród badanych lokalizacji) w odpływie powierzchniowym z terenu lotniska. W przyszłości ważne będzie uwzględnienie wszechobecności tych groźnych dla środowiska zanieczyszczeń, które mogą wpływać na rozprzestrzenienie się w wodzie zanieczyszczeń innego typu, np. trwałych zanieczyszczeń organicznych, zazwyczaj słabo w niej rozpuszczalnych.

Moje badania realizowane w zlewniach zurbanizowanych nawiązują także do bardzo ważnego zagadnienia zaopatrzenia znacznej liczby ludności w dobrej jakości wodę pitną. Dlatego byłem współautorem, członkiem zarządu koordynującego projekt, współkoordynatorem zespołów zadaniowych oraz wykonawcą w projekcie Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka pt.: „Zintegrowany system wspomagający zarządzaniem i ochroną zbiornika zaporowego (ZiZoZap)” finansowanego przez Unię Europejską. Celem projektu była obserwacja zmian jakości wód Zbiornika Goczałkowickiego i jego zlewni w reżimie automatycznego monitoringu parametrów jakości wody. Monitoring obejmował następujące parametry fizyko-chemiczne: temperatura, przewodnictwo elektryczne właściwe, pH, mętność, potencjał oksydacyjno-redukcyjny, stężenie rozpuszczonego tlenu, chlorofilu oraz jonów: azotanowego, amonowego i chlorkowego. Zbiornik ten jest dużym rezerwuarem wody pitnej, z którego czerpie konurbacja górnośląska, obszar miejski o największej liczbie ludności w kraju (ponad 3 mln osób). Mój udział w projekcie zaowocował m.in. publikacją w prestiżowych materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie Web of Science (Absalon i in., 2014: ***Innovative Solutions in Surface***

Water Quality Monitoring), gdzie uczestniczyłem zarówno w przygotowaniu koncepcji badań, części metodycznej (testach systemu w terenie), jak i opracowaniu wyników oraz wniosków. W tym krótkim artykule opisaliśmy system monitoringu ciągłego zastosowany w trzech punktach: przy dopływie do Zbiornika Goczałkowickiego, w jego toni i na rzece uchodzącej z niego poniżej korony zapory. Dzięki takiemu rozmieszczeniu punktów pomiarowych można określić wpływ istnienia zbiornika na jakość wody, a także monitorować jak zmienność jakości wody w dopływającej rzece będzie modyfikowała jakość wody w toni zbiornika. W Zbiorniku Goczałkowickim modyfikatorem jakości wody była intensywna fotosynteza, zachodząca dzięki glonom, wpływająca na stężenie tlenu w wodzie i jej odczyn pH. Jedynym parametrem niezgodnym z pierwszą, najlepszą klasą jakości wody było stężenie azotanów, zarazem parametr najsilniej modyfikowany przez zbiornik, jeśli porównać jego wartości na rzece powyżej i poniżej. Wskazano również, za pomocą indeksu Schindlera, że zlewnia nie odgrywa znaczącej roli w kształtowaniu jakości wód tego zbiornika, podczas gdy on sam generalnie podnosi jakość wody w wypływającej z niego rzece. Dzięki ciągłemu monitoringowi otrzymano dane bardziej reprezentatywne, które umożliwiły dokładniejsze analizy, włącznie z obserwacją wahań dobowych, np. w stężeniu chlorofilu i tlenu rozpuszczonego.

Wnioski otrzymane w wyniku zrealizowanych badań na terenach zlewni silnie przekształconych przez człowieka to przede wszystkim podkreślenie znaczenia monitoringu jakości wody dla rozpoznania procesów zachodzących w środowisku zlewni, ze wskazaniem na monitoring ciągły (obszerne bazy danych jako źródło istotnych informacji naukowych). Wskazano również metody zbierania danych i ich przetwarzania, które wzbogacają i pogłębiają rozpoznanie wzajemnych wpływów między poszczególnymi elementami środowiska, i wybrano parametry jakości wody, które wnoszą nowe informacje o środowisku (np. surfaktanty). Pomimo orientacji na badania podstawowe nie zaniedbałem w swoich badaniach również aspektów praktycznych i ekonomicznych. Powtarzające się problemy monitoringu zanieczyszczeń w zlewniach silnie przekształconych przez człowieka to konieczność innowacji, a zarazem redukcji kosztów oraz konieczność pogłębionej analizy danych przy użyciu metod statystycznych, aby dopasować do siebie informacje środowiskowe różnego typu: czasowe, przestrzenne, i jakościowe (np. dotyczące rodzaju źródeł zanieczyszczeń).

2. Zlewnie obszarów narażonych w niewielkim stopniu na bezpośredni wpływ działalności człowieka (od strefy klimatów okołobiegunowych po równikowe)

Jedne z najważniejszych odkryć w geografii w ostatnich dekadach wskazują na mnogość procesów, które wiążą ze sobą środowisko geograficzne odległych części globu. Doświadczamy obecnie licznych skutków zmian klimatycznych, także w kontekście jakości wody i innych elementów środowiska przyrodniczego (Carlsson i in., 2016; Hansen i in., 2015; Kallenborn i in., 2012; Lappalainen i in., 2016). Zmiany te szczególnie silnie zaznaczają się w Arktyce, gdzie ocieplenie zachodzi dwukrotnie szybciej niż wynosi średnia dla całej planety (ACIA, 2005). Globalny wymiar ma również rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń atmosferycznych (Gouin i in., 2004; Ma i in., 2016), w tym efektów erupcji wulkanicznych (Fuoco i in., 2012; Karasiński i in., 2013), które oddziałują także na klimat (Robock, 2000). Działalność człowieka wywiera tak silny wpływ na naszą planetę, że może „współzawodniczyć” z procesami geologicznymi, a obecny okres zaczęto nazywać antropocenem (Steffen i in., 2007, 2011), chociaż początek zmian globalnych związanych z działalnością człowieka sięga daleko w przeszłość (Smith and Zeder, 2013). Biorąc pod uwagę te aktualne i globalne problemy, włączyłem do swojej pracy badawczej obszary i obiekty, gdzie problemy te kształtują jakość wody w istotnym stopniu. Flagowym przykładem terenu, który otrzymuje istotne ładunki zanieczyszczeń, pomimo małego zaludnienia i stosunkowo niewielkiego zagospodarowania, jest archipelag Svalbard w Arktyce, w strefie klimatów okołobiegunowych (Ruman i in., 2012; Kozak i in., 2013).

Problemy Svalbardu jako obszaru przyjmującego ładunki zanieczyszczeń nieproporcjonalne do lokalnych emisji i odległości od większych źródeł emisji opisałem w artykule Ruman i in. (2012): ***Pollutants present in different components of the Svalbard archipelago environment***, będąc pomysłodawcą koncepcji artykułu i redagując większą część manuskryptu, a w szczególności zaś części odnoszące się do położenia fizyczno-geograficznego i charakterystyki jakości wód Svalbardu oraz formułując wnioski. Svalbard jest szczególnym przykładem wpływu warunków fizycznogeograficznych na kształtowanie się jakości wody. Archipelag charakteryzuje się małą gęstością zaludnienia (0,04 os. km⁻², za: Statistics Norway, 2017) i jest znacznie oddalony od większych centrów przemysłowych. Jednakże transport zanieczyszczeń na dalekie odległości oraz zjawisko tzw. mgiełki polarnej (Arctic haze), gromadzącej zanieczyszczenia w inwersyjnych warstwach atmosfery, znacznie

zwiększają ładunki zanieczyszczeń dostarczane na teren archipelagu. Dodatkowym źródłem zanieczyszczeń w tych okolicach jest również transport morski o mniejszym natężeniu niż w strefie umiarkowanych szerokości, jednak stosunkowo intensywny w porównaniu do innych regionów Arktyki. Sprzyja temu ciepły prąd morski opływający zachodnie wybrzeża Svalbardu. Woda, obok atmosfery, jest jednym z najefektywniejszych nośników zanieczyszczeń, zarówno na dalekie odległości (tę rolę pełni powierzchnia oceanu, z której są one uwalniane ponownie do atmosfery), jak i w skali lokalnej, w obrębie małego obiegu wody. Szczególne znaczenie w depozycji zanieczyszczeń mają opady atmosferyczne, ich wysokość i postać (np. śnieg, deszcz). Modyfikują one ilość i skład chemiczny zanieczyszczeń dostarczanych na powierzchnię ziemi, do wód i gleb. Procesy zachodzące w środowisku wodnym, od fizycznego mieszania wód, poprzez adsorpcję i dyfuzję, aż po reakcje chemiczne, także te z udziałem organizmów żywych, warunkują rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń różnego typu na lądzie (za pośrednictwem rzek) i w oceanach. Ma to znaczenie także dla przemieszczania się toksycznych związków, takich jak trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), które wykryto w licznych elementach środowiska Svalbardu – dane na ten temat zgromadzono w tym artykule na podstawie innych opublikowanych prac. Wskazano jednocześnie, że arktyczny ekosystem jest szczególnie wrażliwy na te związki ze względu na ich powinowactwo do tkanki tłuszczowej, którą arktyczna fauna gromadzi w dużej ilości, aby przetrwać w niskich temperaturach. W związku z tym Svalbard stanowi ważny obiekt badań nad zanieczyszczeniami środowiska wodnego, które pełni funkcję łącznikową między lądem, atmosferą a biosferą. Stąd też badania jakości wody na Svalbardzie mają znaczną wartość jako punkt odniesienia, a monitoring tych wód pozwala szybciej dostrzegać problemy, które mogą dotyczyć całej Arktyki.

Obszar Svalbardu wymagał bardziej szczegółowego zbadania stanu środowiska. Podjąłem się tego zadania wraz z moją doktorantką Katarzyną Kozak i interdyscyplinarnym zespołem dobranym do interpretacji szczegółowych zagadnień, przygotowując artykuł ***Analytical studies on the environmental state of the Svalbard Archipelago provide a critical source of information about anthropogenic global impact*** (2013). Uczestniczyłem w tych pracach w aktywnej roli doradczej, uczestnicząc w przygotowaniu koncepcji badań, opracowaniu wyników i wniosków, zwracając przy tym uwagę na istotne warunki geograficzne tego regionu oraz kontekst hydrologiczny. W manuskrypcie połączono najnowsze odkrycia

dotyczące zanieczyszczeń arktycznego środowiska z kontekstem metod analitycznych, których postęp umożliwił dokładną diagnostykę, m.in. jakości wody. Jednym z istotnych problemów środowiskowych na Svalbardzie jest powszechne występowanie TZO z dalekiego transportu, których nie można by wykryć bez rozwoju technik analizy niskich stężeń związków organicznych. Na przykład rozwój chromatografii gazowej (GC), połączonej ze spektrometrem mas (MS) czy z różnymi detektorami (np. ECD, czyli detektorem wychwytu elektronów), także powstanie wersji GC z wysoką rozdzielczością (HRGC), pozwoliło na znacznie dokładniejsze oznaczanie niskich stężeń TZO. Stężenia te są skutkiem szczególnych warunków środowiska fizycznogeograficznego i działalności człowieka, a badania nad nimi stanowią międzynarodowy wysiłek. Svalbard otrzymuje zwiększoną dawkę zanieczyszczeń, będąc pierwszą lądową przeszkodą na drodze mas powietrza z terenów bardziej zanieczyszczonych. Ponadto niskie temperatury i spowolnione procesy biologiczne powodują, że lokalny ekosystem jest narażony na skutki zanieczyszczenia w stopniu nieproporcjonalnym do ich stężenia. Dlatego też monitoring środowiska na tym terenie stanowi bardzo istotne, chociaż skomplikowane logistycznie zadanie.

Woda jest bardzo użytecznym medium w monitoringu stopnia zanieczyszczenia środowiska ze względu na łatwość pobierania próbek i ich analizy (Kozak i in., 2013). Jest ona również niezbędnym surowcem do podtrzymania życia (i musi w tym celu występować w stanie ciekłym). Dlatego bardzo liczne próbki, pobierane ze środowiska abiotycznego Svalbardu, były pobrane z wody płynącej i stojącej (24%), kolejne 18% stanowiły opady atmosferyczne, a 10% - próbki lodu. W tej sytuacji sumaryczny udział hydrosfery w badaniach analitycznych zanieczyszczeń środowiska abiotycznego Svalbardu przekraczał 50%, co świadczy o istotnej roli jakości wody jako elementu wskaźnikowego dla stanu środowiska naturalnego na tym terenie. Woda również retencjonuje zanieczyszczenia, szczególnie w stanie stałym, co grozi ich uwalnianiem w zwiększonej ilości podczas topnienia pokrywy śnieżnej i lodowców. Ponadto niedostatek wody ogranicza możliwości remediacji środowiska. Dlatego badania jakości wody na obszarach archipelagu Svalbard są dobrze uzasadnione, a ich kontynuacja – bardzo potrzebna i pilna.

Badania dotyczące obszaru zlewni arktycznych rozpocząłem od studiów terenowych w 2010 roku, tj. od wyjazdu na Spitsbergen w ramach projektu Międzynarodowego Roku Polarnego IPY POLARCAT, który był przyczynkiem do długotrwałej i owocnej współpracy

z zespołem z Katedry Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej. Badania prowadzone były w oparciu o infrastrukturę Polskiej Stacji Polarnej, dlatego też ich przedmiotem były zlewnie położone w jej bezpośrednim sąsiedztwie: zlewnia potoku Fuglebekken (Polkowska i in., 2011; Ruman i in., 2014b, Kozak i in., 2015, Kozak i in., 2017) i zlewnia rzeki Revelvy (Kozak i in., 2016).

Podczas opracowywania tematu artykułu ***Organic Pollution in Surface Waters from the Fuglebekken Basin in Svalbard, Norwegian Arctic*** z 2011 roku (Polkowska i in.) uczestniczyłem w przygotowaniu koncepcji badań, wyborze obszaru i pracach terenowych, dokonałem charakterystyki zlewni pod względem warunków fizycznogeograficznych i hydrologicznych, a także uczestniczyłem w dyskusji nt. wyników, zwracając uwagę na elementy przestrzenne w analizie danych. W tym manuskrypcie określono występowanie i przestrzenne zróżnicowanie w obrębie zlewni stężeń zanieczyszczeń z grupy TZO, takich jak związki z grupy WWA (wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych) i związki z grupy PCB (polichlorowanych bifenyli). Oba wspomniane typy zanieczyszczeń wynikają z działalności człowieka i mogą być transportowane na duże odległości. Badania te przeprowadzono w oparciu o szczegółową analizę położenia fizycznogeograficznego zlewni i jej charakterystyki hydrologicznej, co było moim oryginalnym wkładem w to studium. W efekcie możliwe było oszacowanie ładunków zanieczyszczeń transportowanych w głównym cieku, a także określenie, na ile reprezentatywna dla południowego Spitsbergenu jest zlewnia Fuglebekken. Dzięki analizie przestrzennej udało się ustalić, że najwyższe stężenia WWA wykryto w próbkach pobranych u podnóża stoku górskiego, w miejscach zasilanych przez topniejące płyty śnieżne. Również erozja stoku mogła przyczynić się do wyższych stężeń tych związków, na co wskazują zazwyczaj wysokie stężenia WWA w glebie i osadach w stosunku do wykrytych przez nas stężeń w wodach powierzchniowych. Badania potencjalnych źródeł zanieczyszczeń wykrytych w potoku Fuglebekken za pomocą wskaźnikowych stosunków stężeń poszczególnych związków z grupy WWA wykazało przewagę efektów spalania paliw i biomasy nad źródłami skalnymi, wskazując na duże prawdopodobieństwo ich pochodzenia z dalekiego transportu atmosferycznego.

Dalsze badania zlewni Fuglebekken zaprezentowałem w publikacji konferencyjnej z 2014 roku: ***The research of the contamination levels present in samples of precipitation and surface waters collected from the catchment area Fuglebekken (Hornsund, Svalbard***

Archipelago), indeksowanej w bazie Web of Science (Ruman i in., 2014b). W tym artykule należała do mnie zarówno koncepcja badań, w której zwróciłem uwagę na jakość wody w szerokim kontekście procesów hydrologicznych w zlewni, jak również kierowanie dyskusją nt. interpretacji wskaźników jakości wody i wybór zanieczyszczeń o szczególnym znaczeniu dla jakości wody, a także sformułowanie wniosków. W tym studium uwzględniono ponownie związki z grupy WWA i PCB jako zanieczyszczenia pochodzące w przewadze ze źródeł antropogenicznych na obszarach oddalonych od Spitsbergenu, jak również kilka innych wskaźników zanieczyszczenia organicznego wód opadowych i płynących (stężenie formaldehydu, fenoli i ogólnego węgla organicznego OWO). Wybór „grupowych” wskaźników zanieczyszczenia, tj. sumy WWA, PCB, OWO i fenoli, był uwarunkowany ich rolą w szybkiej ocenie jakości wody na obszarze, gdzie liczne i nie do końca zbadane procesy mogą na nią wpływać. Analiza kontrastu między opadami a wodami płynącymi umożliwiła kontrolę procesów krótkotrwałych w opozycji do długoterminowych. W tej publikacji porównano stężenia poszczególnych grup zanieczyszczeń organicznych w poszczególnych sezonach, otrzymując między innymi następujące zależności:

- stężenia formaldehydu w wodach powierzchniowych były mniej zróżnicowane sezonowo niż fenoli, które wykazywały znacznie wyższe stężenia wiosną i latem;
- w wodach opadowych zależność ta była odwrotna, tj. stężenie sumy fenoli malało w sezonie wiosenno-letnim, kiedy to stężenie formaldehydu wzrastało;
- stężenie OWO w wodach powierzchniowych było systematycznie i proporcjonalnie wyższe niż w opadach atmosferycznych;
- stężenia PCB i WWA w wodach powierzchniowych wahało się sezonowo, z przewagą zanieczyszczenia w okresie zimowym, co jest zgodne z występowaniem w tym okresie zjawiska mgiełki arktycznej (ang. *Arctic haze*).

Wyniki tych badań wskazują na znaczącą rolę procesów zachodzących w pokrywie śnieżnej oraz udział osadów niesionych przez wody płynące w transformacji ich składu chemicznego w stosunku do opadów atmosferycznych. Procesy te mają istotne znaczenie ze względu na modyfikację dostarczania zanieczyszczeń organicznych do ekosystemów polarnych. Dla wymienionych wskaźników chemicznych procesy te zostały po raz pierwszy opisane w takim ujęciu.

Opady atmosferyczne mogą rozprzestrzeniać zarówno zanieczyszczenia z dalekiego transportu, jak i lokalnego pochodzenia, przez co wpływają silnie na jakość wody płynącej. Ich rolę prześledzono w artykule ***The role of atmospheric precipitation in introducing contaminants to the surface waters of the Fuglebekken catchment, Spitsbergen*** (Kozak i in., 2015), w odniesieniu do zanieczyszczenia wód atmosferycznych i rzecznych metalami. Moją rolę w tym studium stanowił udział w dyskusji, koncepcji i redakcji manuskryptu, szczególnie w zakresie sugestii strategii zbierania próbek i interpretacji wyników w odniesieniu do wód powierzchniowych. Po przeanalizowaniu stężeń szeregu metali w wodach opadowych docierających do zlewni Fuglebekken odkryto zaskakująco silne związki pomiędzy dominującymi kierunkami wiatru podczas występowania opadu a stężeniami pierwiastków śladowych w ich składzie. Mogło to wynikać ze zróżnicowanej przestrzennie budowy geologicznej okolic fiordu Hornsund. Słabsze związki wystąpiły pomiędzy kierunkiem napływu mas powietrza a stężeniem tychże pierwiastków w opadach atmosferycznych. Jednakże kilka parametrów chemicznych (stężenia wybranych pierwiastków) mogło efektywnie dyskryminować te kierunki. W badaniach użyto analizy dyskryminacyjnej, nowoczesnej metody statystycznej z grupy analiz wielowymiarowych. Jej wyniki mogą wskazywać na większe rozproszenie kierunków, z których pochodzą zanieczyszczenia z dalekiego transportu, a także na zacieranie się wpływu pierwotnych źródeł tych zanieczyszczeń na rzecz źródeł wtórnych w elementach środowiska przyrodniczego. Zanieczyszczenia opadowe dostarczane są następnie do wód rzecznych, gdzie podlegają one dalszym przekształceniom za sprawą różnic pH i oddziaływań z materią organiczną. W szczególności Pb, Cu i Zn były stosunkowo obficie dostarczane przez opady, z bardzo prawdopodobnym źródłem (wtórnym) w postaci aerozolu morskiego, chociaż nie można również wykluczyć częściowej dostawy z lokalnych źródeł geologicznych czy bezpośrednio ze spalania paliwa na statkach morskich. Poza dostawą z wód opadowych, wody płynące mogą także pochłaniać zanieczyszczenia z podłoża geologicznego, a także ze źródeł wtórnych w lodzie gruntowym. Rolę wektorów zanieczyszczeń w środowisku zlewni mogą odgrywać również organizmy żywe. Pomimo skomplikowanych procesów modyfikujących stężenia poszczególnych pierwiastków śladowych w środowisku zlewni arktycznej ich ogólny poziom i drogi dostarczania są ważnym wskaźnikiem dotyczącym stanu zanieczyszczenia środowiska

naturalnego Arktyki. Zlewnie są więc modelowymi jednostkami, w których można prześledzić rodzaj i udział zanieczyszczeń zarówno ze źródeł pierwotnych, jak i wtórnych.

Dotychczasową wiedzę o procesach kierujących zmiennością jakości wód powierzchniowych w zlewni Fuglebekken wykorzystałem i rozszerzyłem w artykule napisanym wraz z moją doktorantką Katarzyną Kozak, we współpracy z większym zespołem (Kozak i in., 2017: ***Impact of Volcanic Eruptions on the Occurrence of PAHs Compounds in the Aquatic Ecosystem of the Southern Part of West Spitsbergen (Hornsund Fjord, Svalbard)***). W pracy tej, jako promotor i współautor, współuczestniczyłem w przygotowaniu koncepcji badań, dokonałem wyboru obszaru badań, nadzorowałem pozyskiwanie danych, analizując warunki środowiskowe i czynniki geograficzne, pomagałem w pracach terenowych, przygotowałem ryciny, uczestniczyłem w opracowaniu wniosków, przeglądając końcową wersję manuskryptu. W artykule przedstawiono rozszerzoną analizę otrzymanych wyników stężeń związków z grupy WWA o dodatkowe kilka lat. W latach 2010 i 2011 wystąpiły erupcje wulkaniczne na niedalekiej Islandii, co istotnie zwiększyło wskaźniki zanieczyszczenia związkami z grupy WWA określone w tych latach, w opozycji do opisanego wcześniej 2009 roku (Polkowska i in., 2011) i późniejszego okresu 2012-2013. Różnice te zostały wyraźnie wykazane za pomocą statystycznej analizy składowych głównych (PCA). Ponadto jedynie w latach z wpływem wybuchów wulkanów islandzkich wykryto najbardziej toksyczne spośród WWA, tj. chryzen, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]piren, dibenzo[a,h]antracen benzo[g,h,i]perylene i indeno[1,2,3-c,d]piren. Ponownie zastosowano analizę stosunków wskaźnikowych stężeń WWA dla określenia ich pochodzenia, porównując również skład oznaczonych WWA do ich składu w znanych i zbadanych emisjach wulkanicznych. Porównanie ze wskaźnikami odnotowanymi w roku 2009 również wskazało na zwiększony udział źródeł skalnych, np. we wskaźniku FL/PYR (opartym na stężeniach fluorenu i pirenu). Pochodzenie tych zanieczyszczeń zostało zbadane za pomocą analizy trajektorii wstecznych mas powietrza, danych ze skanowania pionowego profilu atmosfery ponad Polską Stacją Polarną za pomocą LIDAR-u i porównań ze zmierzonymi stężeniami w atmosferze na stacjach Ny Ålesund i Andøya. W analizie uwzględniono także specyficzne warunki fizycznogeograficzne fiordu Hornsund i jego otoczenia.

Moje badania realizowane na obszarze zlewni arktycznych dotyczyły także zlewni Revelvy, położonej w bezpośrednim sąsiedztwie zlewni Fuglebekken, a ich efekty opublikowano w artykule Kozak i in. (2016): ***Arctic catchment as a sensitive indicator of the environmental changes: distribution and migration of metals (Svalbard)***. Mój udział w pracach koncentrował się na podjęciu decyzji dotyczącej strategii poboru próbek: od źródeł do ujścia, rekomendacji użycia różnorodnych metod matematycznych do eksploracji procesów w zlewni, dyskusji nad koncepcją i wprowadzeniem poprawek w manuskrypcie. Przedmiotem badań było zanieczyszczenie wód metalami, których źródła pochodzenia rozróżniono poprzez użycie metod matematycznych: chemometrycznych, statystycznych i z zakresu modelowania. Obecne w wodach metale podlegają procesom fizycznym i chemicznym w obrębie zlewni. Procesy te sterują migracją metali między elementami środowiska (jak np. wymiana z kompleksem sorpcyjnym gleb). Aby uchwycić różnorodność procesów i źródeł zanieczyszczeń, uwzględniono w badaniach przekrój zlewni od źródeł do ujścia.

Wybór do prowadzenia projektu badawczego zlewni Revelvy był uwarunkowany jej ograniczoną podatnością na ewentualne zanieczyszczenia pochodzące z Polskiej Stacji Polarnej, a także ze względu na jej odizolowanie przez grzbiet górski przekraczający 700 m n.p.m. Ponadto dla uchwycenia różnorodnych procesów kształtujących jakość wody w zlewniach arktycznych istotny jest także typ reżimu zasilania, a dopływy Revelvy reprezentują różne jego typy, powiązanie z zasilaniem opadami śniegu, a także z topnienia lodowca Arie. Wewnętrzne zróżnicowanie dotyczy również innych aspektów środowiska fizycznogeograficznego tej zlewni, takich jak rzeźba terenu i podłoże geologiczne, co umożliwi śledzenie zmienności składników chemicznych pochodzących ze źródeł skalnych.

Identyfikację pochodzenia zanieczyszczeń przeprowadzono za pomocą nowoczesnych metod statystycznych. PCA, czyli analiza składowych głównych, pozwoliła wytypować niezależne czynniki wpływające na rodzaj i stopień zanieczyszczenia wód. Trzy główne czynniki wyróżnione w tej zlewni to: 1. Podłoże skalne; 2. Inny czynnik geologiczny, prawdopodobnie odległy wulkanizm (por. Kozak i in., 2017); 3. Rozkład materii organicznej i dostawy soli z opadów atmosferycznych, modyfikujące lokalne warunki migracji metali. Z kolei analiza skupień (klastrowa) jasno rozróżniła czynniki geologiczne i modyfikujące migrację metali w wodach. Ponadto korelacje pomiędzy stężeniami metali a ogólnego węgla

organicznego (OWO) wskazywały na ich wspólne źródła lub wspólny transport. Analiza trajektorii wstecznych mas powietrza potwierdziła częsty napływ mas powietrza z Islandii w 2011 roku, co sprzyjało nanoszeniu zanieczyszczeń związanych z erupcją wulkanu Grimsvotn w tymże roku, weryfikując tym samym istnienie drugiego z czynników geologicznych. Zmienny potencjał migracji związków w wodach rzecznych potwierdziła natomiast obserwacja zmienności warunków hydrologicznych, pH i przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW).

Do określenia stopnia, w jakim wody rzeczne w danym momencie podlegały zanieczyszczeniu z różnych źródeł, zaproponowano użycie tzw. współczynników zanieczyszczenia (*contamination factors*, CFs), które oblicza się w odniesieniu do:

- najniższych określonych stężeń w danym środowisku lub
- stężeń w próbkach śniegu, co wskazuje na wrażliwość zlewni na zanieczyszczenie pochodzące z opadów.

Sumowanie współczynników CF dla różnych metali daje możliwość ogólnej klasyfikacji wód występujących w zlewni pod względem ich stopnia zanieczyszczenia. W obszarze badań klasyfikacja taka zaowocowała wyróżnieniem metali, które decydowały o stopniu zanieczyszczenia lokalnego środowiska wodnego. Były to: glin, ołów, mangan, chrom i molibden, a dalszej kolejności również cynk, rubid, tor i uran. Wartości CF wykazywały również wahania międzyroczne, wskazując na znacznie wyższe zanieczyszczenia metalami w roku 2011 niż w latach 2010 i 2012.

W migracji metali istotnym zagadnieniem jest ich postać chemiczna (specjacja; obliczenia wykonano za pomocą programu PHREEQC), która zależy od odczynu wody oraz powstawania związków kompleksowych. Spośród różnych postaci występowania metali najbardziej toksyczne są ich jony, następnie kompleksy nieorganiczne, w końcu kompleksy metaloorganiczne. Jednakże w obrębie tych postaci toksyczność jest także zróżnicowana zależnie od pierwiastka metalicznego i rodzaju ligandu w kompleksach organicznych. Proces powstawania związków kompleksowych może się nasilać pod wpływem surfaktantów, które zwiększają rozpuszczalność metali w środowisku wodnym. Specjacja najczęstszych zanieczyszczeń metalicznych w zlewni Revelvy wykazała, że toksyczność glinu silnie korespondowała z wartościami pH, podobnie jak chrom i molibden, a do pewnego stopnia także cynk. Natomiast ołów i mangan występowały zazwyczaj w formach toksycznych,

niezależnie od odczynu wody. Kompleksowanie odgrywało niewielką rolę w modyfikowaniu toksyczności metali w obszarze badań, istotną jedynie w przypadku uranu.

Podsumowując, poprzez użycie nowoczesnych metod matematycznych udało się wskazać źródła zanieczyszczeń w arktycznej zlewni Revelvy, wrażliwej na wpływ metali pochodzących z opadów atmosferycznych czy erupcji wulkanicznych. Pokazano również zróżnicowanie toksyczności metali, zależnie od innych czynników chemicznych, takich jak pH wody czy obecność związków organicznych. Artykuł stanowi modelowy przykład holistycznego opracowania procesów związanych z migracją zanieczyszczeń w arktycznej zlewni.

Jednym z istotnych procesów wpływających na jakość wody we wszystkich strefach klimatycznych jest działalność mikroorganizmów obecnych w wodach, ze względu na ich procesy selektywnej wymiany zanieczyszczeń z otoczeniem (mogą stanowić również naturalne źródło fenoli – *vide* Rahmonov i in., 2015). Ze względu na słabe dotychczasowe rozpoznanie mikrobiologiczne wód obu badanych zlewni (Fuglebekken i Revelvy) uczestniczyłem również w pracach badawczych dotyczących współdziałania czynników mikrobiologicznych i chemicznych. Prace te zostały podjęte w próbkach zebranych przeze mnie w terenie w 2010 roku, a zanalizowanych przez zaproszony do współpracy zespół mikrobiologów z Uniwersytetu Demokryta w Tracji i Uniwersytetu w Patras (Grecja). Dane opublikowano w artykule: ***Bacterial Community Structures in Freshwater Polar Environments of Svalbard*** (Ntougias i in., 2016). Uczestniczyłem w tych pracach, prócz aspektów wymienionych powyżej, również interpretując dane w kontekście hydrologicznym. Skład gatunkowy opisanych zespołów bakterii ściśle nawiązywał do warunków hydrologicznych, wykazując bardzo podobny zestaw szczepów bakterii w szybko płynących strumieniach zlewni, mimo ich znacznego oddalenia. Natomiast znaczne zróżnicowanie charakteryzowało społeczności bakteryjne jezior, które znacznie różniły się wielkością i reżimem przepływu. Równoległe do sekwencjonowania DNA, celem rozpoznania zespołu bakterii żyjących w wodach obu arktycznych zlewni, pomierzono również szereg wskaźników chemicznych w tychże wodach. Dzięki temu udało się ustalić, że niektóre metale (As, Pb i Sb) warunkowały obecność pewnych szczepów bakterii w próbkach, jako jedyne spośród szeregu wielu pierwiastków śladowych wykrytych w badanych próbkach. W szczególności, w jeziorach Revvatnet i niewielkim jeziorze w zlewni Fuglebekken oraz w rzece Revelvie poniżej jeziora, wykryto szczep bakteryjny *Planctomycetes*, typowy dla

środowisk bogatych w As i Pb. Identyfikacja szczepów bakterii w wodach pozwala również na wnioskowanie o typie procesów biochemicznych kształtujących skład chemiczny tych wód oraz na identyfikację aktywnej roli bakterii w cyklach biogeochemicznych. W przypadku badanych zlewni wykryto bardzo nieliczne bakterie utleniające azotany (III) i amoniak, jednakże nie można wykluczyć, że szczep *Planctomyces* tworzy nietypowe biocenozy zdolne do usuwania azotu poprzez beztlenowe utlenianie amoniaku. W prawie wszystkich próbkach (poza jeziorem Fuglebekken) odnaleziono również szczepy bakterii utleniających siarkę bądź siarczki oraz żelazo, takie jak: *Gallionellaceae*, *Acidimicrobiaceae*, *Acidiferrobacter*, *Beggiatoa*, *Sulfuritalea*, i *Thiobacillus spp.* Utlenianie żelaza wspomaga wzrost glonów makroskopowych w wodach zlewni arktycznych (Lu i in., 2013).

Występujące w zlewniach arktycznych zanieczyszczenia pochodzenia wulkanicznego zainspirowały mnie do przeprowadzenia badań wód, które mogą być modyfikowane przez procesy wulkaniczne *in situ*. Do studium wybrano wyspę Bali w strefie klimatu równikowego, aby dodatkowo uzyskać porównanie jakości wody i procesów ją kształtujących w szerszym spektrum stref klimatycznych. W 2013 i 2014 roku uczestniczyłem w projekcie badawczym dotyczącym jakości wód tego wulkanicznego regionu w strefie równikowej, dokonując wyboru obszaru badań, biorąc udział w pracach terenowych i nadzorując pozyskiwanie danych. Prace te zaowocowały artykułem w czasopiśmie *Water: Estimating the Impact of Inflow on the Chemistry of Two Different Caldera Type Lakes Located on the Bali Island (Indonesia)* (Polkowska i in., 2015), którego koncepcję współprzygotowałem, ponadto opracowałem do niego także dane geograficzne i ryciny oraz uczestniczyłem w przygotowaniu końcowej wersji manuskryptu. Przedmiotem rozważań były dwa jeziora w kalderach, co jest typowe dla wyspy Bali, z których tylko jedna podlegała współczesnej aktywności wulkanicznej (jeziro Batur), a druga pozostawała w uśpieniu od co najmniej 200 lat (jeziro Bratan). Znajomość warunków fizycznogeograficznych obu jezior pozwoliła nam na analizę porównawczą ich jakości wody o kontrastujących właściwościach, szczególnie w zakresie stężeń jonów nieorganicznych i pierwiastków śladowych. Położenie geograficzne predysponowało decydującą rolę procesów biologicznych i wulkanicznych w kształtowaniu jakości wody obu jezior.

Jeziora Batur i Bratan łączy obecność podobnych skał podłoża (współwystępowanie bazaltów i andezytów), stratyfikacja termiczna i chemiczna oraz zasilanie wodami

opadowymi, jednakże pierwsze z jezior jest również zasilane w znacznym stopniu ze źródła wód geotermalnych, co zostało potwierdzone przez bardzo zbliżony skład chemiczny próbek pobranych ze źródła i jeziora. Fakt ten znajduje odzwierciedlenie w bardzo wysokich wartościach PEW w pierwszym z jezior, a bardzo niskich – w drugim, a także w kontrastujących stężeniach jonów nieorganicznych w wodach zgromadzonych w obu kalderach. Niskie stężenia jonów w jeziorze Bratan wynikają z zasilania wodami opadowymi o krótkim czasie retencji.

W analizie procesów wpływających na jakość wód obu jezior zwrócono uwagę również na źródła poszczególnych pierwiastków i związków chemicznych wykrytych w ich wodach. Spośród jonów nieorganicznych, Ca^{2+} i Mg^{2+} pochodzą częściowo z wymywania z zakwaszonych gleb do jezior, K^+ – z nawozów lub skał podłoża, a SO_4^{2-} – z aktywności wulkanicznej. Porównanie ze składem jonowym obu jezior w 1992 i 1993 (Delmelle and Bernard, 2000; Lehmusluoto i in., 1997; Reubi and Nicholls, 2004) wskazywało na stabilność ich składu chemicznego, poza stężeniem siarczanów, które zmniejszyło się w jeziorze Batur, prawdopodobnie w efekcie słabnącej aktywności wulkanicznej w jego otoczeniu. Podobną dynamikę stężeń wykazały również niektóre metale (Rb, Sr), które można wiązać z aktywnością wulkaniczną. Ze skał wulkanicznych mogły być również wymywane Na, Ca, K, Mg, Al, oraz Li, V, Cr i Ni. Niektóre spośród wykrytych pierwiastków chemicznych zwiększyły swoje stężenia w obu jeziorach w okresie 20 lat między naszymi a poprzednimi badaniami. Świadczy to o obecności zanieczyszczeń antropogenicznych, takich jak nawozy i surfaktanty w przypadku fosforu (podobną dynamikę wykazały także metale ciężkie). Również zmiany stężenia OWO w jeziorach rejestrowały przeciwny kierunek do zmian biomasy, wskazując na możliwość antropogenicznego pochodzenia związków organicznych występujących w badanych jeziorach. W konsekwencji wody wyspy Bali stają się bardziej narażone na problemy środowiskowe, takie jak eutrofizacja i zwiększenie biomasy cyjanobakterii za sprawą dostawy fosforu nieproporcjonalnej do stężeń azotu, a także występowanie toksycznych postaci metali, co ma miejsce w warunkach pH spotykanych w jeziorze Bratan (pH ok. 7).

W badaniach pobranych próbek wód z wyspy Bali wykorzystano nowoczesną metodę tandemowej chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrem mas (GCxGC-TOF/MS), aby zanalizować skład chemiczny materii organicznej w obu jeziorach i dokonać ich

charakterystyki porównawczej. Kwasy tłuszczowe wykryte w obu akwenach wskazywały na obecność bakterii i cyjanobakterii, organizmów szczególnie odpornych na trudne warunki środowiskowe, takie jak wysokie zasolenie. Jeziora różniły się jednak między sobą niektórymi składnikami, np. obecnością kwasu oleinowego, linolenowego czy mirystynowego, co mogło wynikać z różnej kompozycji flory bakteryjnej lub też z różnego tempa rozkładu substancji organicznych w kontrastujących warunkach chemicznych obu jezior.

W strefie klimatycznej okołobiegunowej i równikowej monitoring jakości wody napotyka znaczne problemy logistyczne, jednak dzięki zespołowym badaniom i użyciu nowoczesnych metod i technik badawczych możliwe jest rozpoznanie skomplikowanych procesów kształtujących ilość i rodzaj składników chemicznych w wodach. Powtarzanie pomiarów w tych samych lokalizacjach oraz całościowe traktowanie zlewni jako obszaru badań pozwala wyciągać bardziej wiarygodne wnioski. Zarówno w Arktyce, jak i w strefie równikowej wzmożone efekty działalności człowieka powodują zmiany jakości wody. Jednakże procesy naturalne mogą nieraz prowadzić do podobnych efektów w charakterystyce jakości wody, a rozróżnienie tych dwóch źródeł zanieczyszczeń wymaga łączenia technik badawczych z zakresu analityki chemicznej, statystyki, modelowania matematycznego i chemometrii.

Podsumowanie

Moje badania realizowane na obszarach zlewni o zróżnicowanym stopniu przekształcenia przez człowieka pozwoliły na poszerzenie wiedzy na temat jakości wody i procesów ją kształtujących. Procesy te rozpatrywałem z wielu perspektyw, koncentrując się na interakcjach między nimi. Zarówno w zlewniach silnie przekształconych przez człowieka, jak i położonych w odległych od centrów przemysłowych rejonach występują zanieczyszczenia antropogeniczne i naturalne, w zmiennych proporcjach i pochodzące z szeregu źródeł, które wzajemnie ze sobą oddziałują. **Możliwości rozróżnienia tych źródeł dają wielowymiarowe analizy statystyczne, takie jak analiza składowych głównych, dyskryminacyjna czy algorytm samoorganizujących się map.** Dla zanieczyszczeń przenoszonych w atmosferze istotnej informacji dostarczają również trajektorie wsteczne mas powietrza. **Dzięki połączeniu tych metod można z dużym prawdopodobieństwem określić główne czynniki kształtujące jakość wody w danej zlewni, skutecznie monitorować**

jej jakość i zapewnić odpowiedni poziom w stosunku do wymagań stawianych przez odpowiednie przepisy prawa lub troskę o środowisko naturalne. W moich pracach wskazałem istotne czynniki mogące zmieniać jakość wody, takie jak wulkanizm lokalny i regionalny, interakcje między wodami krążącymi w zlewni a osadami i podłożem skalnym, interakcje między substancjami chemicznymi (np. między surfaktantami a innymi związkami organicznymi) i parametrami fizykochemicznymi wody (pH, zasolenie), w końcu na przekształcenia zlewni przez człowieka, tak poprzez zabudowę hydrotechniczną, jak i poprzez zrzuty ścieków do rzek. Niejednokrotnie podkreślałem w swoich pracach, że środowisko zlewni musi być traktowane w sposób całościowy, aby uwzględnić nie tylko pojedyncze procesy, ale także ich wzajemne wzmacnianie się czy osłabianie. **Mój wkład w rozwój dyscypliny naukowej polegał zatem na dostrzeżeniu i częściowym rozwiązaniu problemu interakcji czynników bliskich i odległych w kształtowaniu jakości wody na danym terenie oraz wieloaspektowej analizie synergii między rozpatrywanymi czynnikami.** W moich badaniach uwidocznił się łączny wpływ wielu czynników, różny od prostej sumy ich wpływu, gdyby traktować je osobno. Dzięki zaprezentowanym przeze mnie nowatorskim sposobom badania zlewni w przyszłości można będzie skuteczniej monitorować i utrzymywać jakość wody na pożądanym poziomie, a także poprawiać ją poprzez identyfikację najbardziej szkodliwych dla niej elementów, rozpatrując je w kontekście złożonego systemu interakcji w obrębie zlewni. **Zaproponowane przeze mnie narzędzia stanowią zestaw rozwiązań dla sformułowanego i przeanalizowanego w cyklu publikacji problemu badawczego. Planuję kontynuację tych badań w przyszłości.**

Literatura (do punktu 4)

Absalon D., Ruman M., Matysik M., Kozioł K., Polkowska Ż. 2014. Innovative Solutions in Surface Water Quality Monitoring. *APCBEE Procedia* 10: 26–30. DOI: 10.1016/j.apcbee.2014.10.009.

ACIA. 2005. Impacts of a warming Arctic: Arctic climate impact assesment .

Bogdanowicz R. 2007. Managing water quality in the Puck Lagoon drainage basin (NATURA 2000 site). 129–133 pp.

Carlsson P., Christensen J. H., Borgå K., Kallenborn R., Aspmo Pfaffhuber K., Odland J. Ø., Reiersen L. O., Pawlak J. F. 2016. AMAP 2016. Influence of Climate Change on Transport, Levels, and Effects of Contaminants in Northern Areas - Part 2.

Choiński A., Ptak M., Ławniczak A. E. 2016. Changes in water resources of Polish lakes as influenced by natural and anthropogenic factors. *Polish Journal of Environmental Studies* 25: 1883–1890. DOI: 10.15244/pjoes/62906.

Cieśliński R., Ruman M. 2010. Temporal variability in concentration of selected physical and chemical parameters with respect to discharge in a river in the Puck Bay basin. *Ecological Chemistry and Engineering S* 17: 317–329.

Czaja S., Rahmonov O., Wach J., Gajos M. 2014. Ecohydrological monitoring in assessing the mining impact on riverside ecosystems. *Polish Journal of Environmental Studies* 23: 629–637.

Delmelle P., Bernard A. 2000. Downstream composition changes of acidic volcanic waters discharged into the Banyupahit stream, Ijen caldera, Indonesia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 97: 55–75. DOI: 10.1016/S0377-0273(99)00159-6.

Ertel A., Lupo A., Scheifhacker N., Bodnarchuk T., Manturova O., Berendonk T. U., Petzoldt T. 2012. Heavy load and high potential: anthropogenic pressures and their impacts on the water quality along a lowland river (Western Bug, Ukraine). *Environmental Earth Sciences* 65: 1459–1473. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1289-0>.

Fuoco R., Giannarelli S., Onor M., Ghimenti S., Abete C., Termine M., Francesconi S. 2012. A snow/firn four-century record of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorobiphenyls (PCBs) at Talos Dome (Antarctica). *Microchemical Journal* 105: 133–141. DOI: 10.1016/j.microc.2012.05.018.

Gouin T., Mackay D., Jones K. C., Harner T., Meijer S. N. 2004. Evidence for the “grasshopper” effect and fractionation during long-range atmospheric transport of organic contaminants. *Environmental Pollution* 128: 139–148. DOI: 10.1016/j.envpol.2003.08.025.

Hansen K. M., Christensen J. H., Geels C., Silver J. D., Brandt J. 2015. Modelling the impact of climate change on the atmospheric transport and the fate of persistent organic pollutants in the Arctic. *Atmospheric Chemistry and Physics* 15. DOI: 10.5194/acp-15-6549-2015.

Heathwaite A. L. 2010. Multiple stressors on water availability at global to catchment scales: understanding human impact on nutrient cycles to protect water quality and water availability in the long term. *Freshwater Biology* 55: 241–257. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2009.02368.x.

Jensen J. 1999. Fate and effects of linear alkylbenzene sulphonates (LAS) in the terrestrial environment. *The Science of the Total Environment* 226: 93–111.

Juśkiewicz W., Marszelewski W., Tylmann W. 2015. Differentiation of the concentration of heavy metals and persistent organic pollutants in lake sediments depending on the catchment management (Lake Gopło case study). *Bulletin of Geography. Physical Geography Series* 8: 71–80. DOI: 10.1515/bgeo-2015-0006.

Kallenborn R., Halsall C., Dellong M., Carlsson P. 2012. The influence of climate change on the global distribution and fate processes of anthropogenic persistent organic pollutants. *Journal of environmental monitoring : JEM* 14: 2854–69. DOI: 10.1039/c2em30519d.

Karasiński G., Posyński M., Bloch M., Sobolewski P., Małarzewski Ł., Soroka J. 2013. Lidar observations of volcanic dust over Polish Polar Station at Hornsund after eruptions of Eyjafjallajökull and Grímsvötn. *Acta Geophysica* 62: 316–339. DOI: 10.2478/s11600-013-0183-4.

Kozak K., Koziół K., Luks B., Chmiel S., Ruman M., Marć M., Namieśnik J, Polkowska Ż. 2015. The role of atmospheric precipitation in introducing contaminants to the surface waters of the Fuglebekken catchment, Spitsbergen. *Polar Research* 34: 24207. DOI: 10.3402/polar.v34.24207.

Kozak K., Polkowska Ż., Ruman M., Koziół K., Namieśnik J. 2013. Analytical studies on the environmental state of the Svalbard Archipelago provide a critical source of information about anthropogenic global impact. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry* 50: 107–126. DOI: 10.1016/j.trac.2013.04.016.

Kozak K., Polkowska Ż., Stachnik Ł., Luks B., Chmiel S., Ruman M., Lech D., Koziół K., Tsakovski S., Simeonov V. 2016. Arctic catchment as a sensitive indicator of the environmental changes: distribution and migration of metals (Svalbard). *International Journal of Environmental Science and Technology* 13 DOI: 10.1007/s13762-016-1137-6.

Kozak K., Ruman M., Kosek K., Karasiński G., Stachnik Ł., Polkowska Ż. 2017. Impact of Volcanic Eruptions on the Occurrence of PAHs Compounds in the Aquatic Ecosystem of the Southern Part of West Spitsbergen. *Water (MDPI)* 9: 1–21. DOI: 10.3390/w9010042.

Kurzyca I., Choiński A., Kaniecki A., Siepak J. 2009. Water ecosystems affected by human impact within the protected area of the Tatra National Park (Poland). *Oceanological and Hydrobiological Studies* 38: 77–86. DOI: 10.2478/v10009-009-0034-4.

Lappalainen H. K. et al. 2016. Pan-Eurasian Experiment (PEEX): Towards a holistic understanding of the feedbacks and interactions in the land-Atmosphere-ocean-society continuum in the northern Eurasian region. *Atmospheric Chemistry and Physics* 16: 14421–14461. DOI: 10.5194/acp-16-14421-2016.

Law K. S., Stohl A. 2007. Arctic air pollution: origins and impacts. *Science (New York, N.Y.)* 315: 1537–40. DOI: 10.1126/science.1137695.

Lehmusluoto P. et al. 1997. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia . Helsinki. Research Institute for Water Resources Development, Ministry of Public Works, Agency for Research and Development. ISBN 9514572378. 69 s.

Lu S., Chourey K., Reiche M., Nietzsche S., Shah M. B., Neu T. R., Hettich R. L., Küsel K. 2013. Insights into the structure and metabolic function of microbes that shape pelagic iron-rich aggregates (“Iron snow”). *Applied and Environmental Microbiology* 79: 4272–4281. DOI: 10.1128/AEM.00467-13.

Ma J., Hung H., Macdonald R. W. 2016. The influence of global climate change on the environmental fate of persistent organic pollutants: A review with emphasis on the Northern Hemisphere and the Arctic as a receptor. *Global and Planetary Change* 146: 89–108. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2016.09.011

Marszelewski W, Dembowska EA, Napiórkowski P, Solarczyk A. 2017. Understanding Abiotic and Biotic Conditions in Post-Mining Pit Lakes for Efficient Management: A Case Study (Poland). *Mine Water and the Environment* 36: 418–428. DOI: 10.1007/s10230-017-0434-8.

Nomura Y., Ikebukuro K., Yokoyama K., Takeuchi T., Arikawa Y., Ohno S., Karube I. 1998. Application of a linear alkylbenzene sulfonate biosensor to river water monitoring. *Biosensors and Bioelectronics* 13: 1047–1053. DOI: 10.1016/S0956-5663(97)00077-8.

Ntougias S., Polkowska Ż., Nikolaki S., Dionyssopoulou E., Stathopoulou P., Doudoumis V., Ruman M., Kozak K., Namieśnik J., Tsiamis G. 2016. Bacterial Community Structures in Freshwater Polar Environments of Svalbard. *Microbes and Environments* 31: 401–409. DOI: 10.1264/jsme2.ME16074.

Okołowicz W. 1969. *Klimatologia Ogólna*. PWN.

Olkowska E., Kudlak B., Tsakovski S. L., Ruman M., Simeonov V., Polkowska Ż. 2014. Assessment of the water quality of Kłodnica River catchment using self-organizing maps. *Science of the Total Environment* 476–477: 477–484. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.01.044.

Olkowska E., Polkowska Ż., Ruman M., Namieśnik J. 2015. Similar concentration of surfactants in rural and urban areas. *Environmental Chemistry Letters* 13: 97–104. DOI: 10.1007/s10311-014-0485-z.

Olkowska E., Ruman M., Drąg-Śmigalska M., Polkowska Ż. 2017. Selected anionic and cationic surface active agents: case study on the Kłodnica sediments. *Limnological Review* 17: 11–21. DOI: 10.1515/limre-2017-0002.

Pociask-Karteczka J. 2011. River runoff response to climate changes in Poland (East-Central Europe). Hydro-climatology: Variability and Change (Proceedings of symposium J-H02 held during IUGG2011 in Melbourne, Australia, July 2011) (IAHS Publ. 344, 2011) 182-187.

Pociask-Karteczka J., Choiński A. 2012. Recent trends in ice cover duration for Lake Morskie Oko (Tatra Mountains, East-Central Europe). *Hydrology Research* 43: 500–506.

Pociask-Karteczka J., Czulak J., Niedbała J., Niedbała J. 2003. Model assessing changes of the Raba River runoff caused by the Dobczyce Reservoir (Poland). *Polish Journal of Environmental Studies* 12: 485–488.

Polkowska Ż., Cichała-Kamrowska K., Ruman M., Kozioł K., Krawczyk W. E., Namieśnik J. 2011. Organic pollution in surface waters from the Fuglebekken basin in Svalbard, Norwegian Arctic. *Sensors* 11: 8910–29. DOI: 10.3390/s110908910.

Polkowska Ż., Wolska L., Łęczyński L., Ruman M., Lehmann S., Kozak K., Matysik M., Absalon D. 2015. Estimating the Impact of Inflow on the Chemistry of Two Different Caldera Type Lakes Located on the Bali Island (Indonesia). *Water (MDPI)* 7: 1712–1730. DOI: 10.3390/w7041712.

Rahmonov O., Cabala J., Bednarek R., Rozek D., Florkiewicz A. 2015. Role of Soil Algae on the Initial Stages of Soil Formation in Sandy Polluted Areas. *Ecological Chemistry and Engineering S* 22: 675–690. DOI: 10.1515/eces-2015-0041.

Rahmonov O., Snytko V.A., Szczypek T. 2016. Influence of melioration in natural ecological processes of a small river valley (Poland). *Geography and Natural Resources* 37: 379–384. DOI: 10.1134/S1875372816040132.

Reubi O., Nicholls I. A. 2004. Magmatic evolution at Batur volcanic field, Bali, Indonesia: petrological evidence for polybaric fractional crystallization and implications for caldera-forming eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 138: 345–369. DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2004.07.009.

Robock A. 2000. Volcanic eruptions and climate. *Reviews of Geophysics* 38: 191–219.

Ruman M., Kozak K., Lehmann S., Koziół K., Polkowska Z. 2012. Pollutants present in different components of the Svalbard archipelago environment. *Ecological Chemistry and Engineering S* 19 DOI: 10.2478/v10216-011-0040-9.

Ruman M., Olkowska E., Drąg-Śmigalska M., Jankowski G., Polkowska Ż. 2017. Surfactants in Klodnica river (Katowice, Poland). Part I . Linear alkylbenzene sulphonates (LAS). *Ecological Chemistry and Engineering S* 24: 53–63. DOI: 10.1515/eces-2017-0005.

Ruman M., Olkowska E., Koziół K., Absalon D., Matysik M., Polkowska Z. 2014a. Reducing Monitoring Costs in Industrially Contaminated Rivers: Cluster and Regression Analysis Approach. *Journal of Environmental Quality* 43: 753–762. DOI: 10.2134/jeq2013.06.0225.

Ruman M., Szopińska M., Kozak K., Lehmann S., Polkowska Z. 2014b. The research of the contamination levels present in samples of precipitation and surface waters collected from the catchment area Fuglebekken (Hornsund, Svalbard Archipelago). *AIP Conference Proceedings* 1618: 297–300. DOI: 10.1063/1.4897732.

Rzyski P., Klimaszuk P., Marszelewski W., Borowiak D., Mleczek M., Nowiński K., Pius B., Niedzielski P., Poniedziałek B. 2017. The chemistry and toxicity of discharge waters from copper mine tailing impoundment in the valley of the Apuseni Mountains in Romania. *Environmental Science and Pollution Research* 24: 21445–21458. DOI: 10.1007/s11356-017-9782-y.

Shaw G. E. 1995. The Arctic Haze Phenomenon. *Bulletin of the American Meteorological Society* 76: 2403–2413. DOI: 10.1175/1520-0477(1995)076<2403:TAHP>2.0.CO;2.

Smith B. D., Zeder M. A. 2013. The onset of the Anthropocene. *Anthropocene* 4: 8–13. DOI: 10.1016/j.ancene.2013.05.001.

Statistics Norway, 2017. Strona internetowa. <http://www.ssb.no/en/befolkning>, ostatnia aktualizacja 5.10.2017.

Steffen W. et al. 2011. The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship. *Ambio* 40: 739–761. DOI: 10.1007/s13280-011-0185-x.

Steffen W., Crutzen P., McNeill J. R. 2007. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature. *Ambio* 36: 614–621. DOI: 10.1579/0044-7447(2007)36.

Whitehead P. G., Wilby R. L., Battarbee R. W., Kernan M., Wade A. J. 2009. A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological Sciences Journal* 54: 101–123. DOI: 10.1623/hysj.54.1.101.

Woolway R. I., Dokulil M. T., Marszelewski W., Schmid M., Bouffard D., Merchant C. J. 2017. Warming of Central European lakes and their response to the 1980s climate regime shift. *Climatic Change* 142: 505–520. DOI: 10.1007/s10584-017-1966-4.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych (artystycznych):

Przebieg pracy naukowej i omówienie osiągnięć naukowo - badawczych przed uzyskaniem stopnia doktora

Początek moich zainteresowań naukowych datuję na rok 2001, kiedy to rozpocząłem realizację tematu pracy magisterskiej: *„Czasowe i przestrzenne zmiany występowania antropogenicznych zbiorników wodnych na terenie Gliwic”* w Katedrze Geografii Fizycznej w Zakładzie Hydrologii i Gospodarki Wodnej Obszarów Urbanizowanych Uniwersytetu Śląskiego kierowanej przez śp. prof. zw. dr. hab. Andrzeja Jankowskiego. W trakcie studiów aktywnie uczestniczyłem w pracach Studenckiego Koła Naukowego Geografów UŚ, czego zwieńczeniem było współautorstwo publikacji pt.: *„Przedmiotowe zajęcia terenowe jako pole działalności Studenckiego Koła Naukowego Geografów UŚ”* (Kościej i in., 2002).

Ponadto podczas studiów otrzymałem stypendium naukowe za bardzo dobre wyniki w nauce. Osiągnięte wyniki pozwoliły mi zakwalifikować się na wyjazd naukowy do Francji do Strasburga na Uniwersytet Louis Pasteura, gdzie poznałem podstawowe narzędzia i warsztat pracy naukowca (wrzesień 2001 r.). Studia ukończyłem w 2003 roku z wynikiem bardzo dobrym, otrzymując tytuł magistra geografii (specjalność: kształtowanie i ochrona środowiska).

W okresie studiów doktoranckich (2003-2007) uszczegółowiłem moje zainteresowanie naukowe, koncentrując się głównie na hydrologii, hydrochemii oraz antropogenicznych przemianach stosunków wodnych. Należałem do grupy osób wprowadzających do terminologii hydrologicznej nazwę Górnośląskiego Pojezierza Antropogenicznego (GPA), wskazując na przyrodnicze i społeczno-ekonomiczne przyczyny wprowadzenia ww. terminu (Ruman, 2003; Machowski, Ruman, Rzętała, 2006). Ponadto jako jeden z pierwszych z zespołu limnologów śląskich zwróciłem uwagę na problem zróżnicowania grubości pokrywy lodowej i przebiegu zjawisk lodowych na antropogenicznych zbiornikach wodnych (Ruman, Rzętała, 2005).

W swoich artykułach odnoszących się do oceny uwarunkowań i skutków zmian właściwości fizyko-chemicznych wielu zbiorników wodnych wskazałem na niedostrzegane przez praktyków możliwości użytkowe tych obiektów i ich znaczenie oraz funkcje (Ruman 2004a; Ruman i in., 2005; Ruman, Smolarek 2006; Ruman 2007). Opublikowałem liczne wyniki badań dotyczących procesów eutrofizacyjnych antropogenicznych zbiorników

wodnych, wskazując przyczyny obniżenia oraz możliwości poprawy jakości wody (Ruman 2005; Ruman 2006; Machowski, Ruman, Rzętała, 2006a).

W okresie studiów doktoranckich byłem głównym wykonawcą projektu badawczego-promotorskiego (z MNiSW). Tytuł projektu: „*Uwarunkowania i skutki zmian właściwości fizyko-chemicznych wód Zbiornika Turawskiego*”. Ponadto byłem głównym wykonawcą i uczestnikiem czterech projektów badawczych otrzymanych w ramach konkursów wydziałowych i uniwersyteckich (WNoZ UŚ).

W okresie studiów doktoranckich uczestniczyłem w 20 konferencjach naukowych (w tym 3 międzynarodowych), wygłosiłem 10 referatów (w tym 1 podczas konferencji międzynarodowej) oraz zaprezentowałem 2 postery podczas 2 konferencji międzynarodowych. Byłem współorganizatorem VIII i IX Ogólnopolskich Konferencji Limnologicznych w 2004 i 2005 roku. W sierpniu 2007 roku odbyłem również krótkoterminowy staż naukowy w Instytucie Skorupy Ziemskiej, Oddział Rosyjskiej Akademii Nauk (Rosja, Irkuck).

Wyniki swoich badań opublikowałem w 25 publikacjach (4 w języku angielskim) wydanych w latach 2002-2007. Byłem także współredaktorem czasopisma naukowego pt.: „Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. T. 7.” (Machowski, Ruman, 2006).

Ten etap pracy naukowej zakończyła obrona z wyróżnieniem mojej pracy doktorskiej pt.: „*Uwarunkowania i skutki zmian właściwości fizyko-chemicznych wód Zbiornika Turawskiego*” (2008 r.), a w 2011 roku ukazała się monografia pod tym samym tytułem mojego autorstwa. Została wysoko oceniona przez recenzenta wydawniczego (prof. zw. dr. hab. Adama Choińskiego), który podkreślił moje osiągnięcia polegające na ustaleniu m.in.: stanu ekologicznego zbiornika, stopnia podatności na wpływy antropogeniczne, stanu eutrofizacji jako największego zagrożenia (oraz określenia jej skutków), wpływu zbiornika na jakość wód rzeki Mała Panew, wielofunkcyjności Zbiornika Turawskiego i związanych z tym problemów oraz kompleksowych działań mających na celu ochronę zbiornika przed degradacją. Ponadto jednym z ważniejszych osiągnięć pracy było opracowanie planu batymetrycznego modelu misy akwenu oraz **wskaznika wahań zwierciadła wody (Wwz)** wraz z propozycją podziału zbiorników wodnych ze względu na wahania zwierciadła wody. Wyznacza on stosunek głębokości maksymalnej zbiornika do jego średniej rocznej amplitudy wahań. Gdy średnia roczna amplituda wahań jest równa

maksymalnej głębokości zbiornika (np.: całkowite opróżnienie akwenu), wskaźnik przyjmuje wartość 1. Natomiast gdy średnia amplituda wahań zwierciadła wody jest mniejsza od głębokości maksymalnej, wskaźnik przyjmuje wartości większe od jedności.

Wskaźnik wahań zwierciadła wody w zbiorniku (Wwz)

$$W_{wz} = \frac{H_{maks.}}{A_{sr.}}$$

$H_{maks.}$ – głębokość maksymalna zbiornika, $A_{sr.}$ – średnia roczna amplituda wahań zwierciadła wody w wieloleciu

Przebieg pracy naukowej i omówienie osiągnięć naukowo - badawczych po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowałem tematykę badawczą w zakresie hydrologii, hydrochemii oraz antropogenicznych przemian stosunków wodnych. Główny nacisk położyłem na badania naukowe, koncentrując się na procesach kształtujących jakość wody w zlewniach (ten etap prac wraz efektami opisałem w przedstawieniu mojego osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem postępowania habilitacyjnego). Do innych publikacji w tym zakresie tematycznym zaliczam: **Zanieczyszczenie wód na obszarze GZM** (Machowski, Ruman, 2008); **Przemiany stosunków wodnych i rzeźby terenu na skutek wglębnego wydobycia surowców mineralnych na Wyżynie Śląskiej (wybrane przykłady)** (Machowski, Ruman, 2008a); **Charakterystyka hydrologiczna i ocean stopnia antropogenicznego przekształcenia zlewni Żyłicy** (Janus i in., 2009); **Wpływ działalności człowieka na zmiany sieci hydrograficznej w zlewni rzeki Płutnicy (zlewisko Zatoki Puckiej)** (Ciesliński i in., 2009), **Podobieństwa i różnice cech fizyczno-chemicznych wód dolnego i górnego biegu Piaśnicy** (Cieślinski in. 2009); **Charakterystyka fizyko-chemiczna wód rozlewiska Bobrka w strefie górniczych osiadań terenu (Wyżyna Śląska)** (Cieślinski in. 2009a); **Zmiany odpływu w zlewni górnej Kłodnicy w II połowie XX wieku** (Absalon, Ruman, Koziół, 2010); **Określanie stopnia zanieczyszczenia zlewni Rzeki Kłodnicy (Śląsk, Polska) związkami z grupy kationowych surfaktantów jako przejawu antropopresji** (Olkowska, Ruman, Polkowska, 2014); **Surface Water Quality in Relation to Land Cover in Agricultural Catchments (Liswarta River Basin Case Study)** (Matysik, Absalon, Ruman, 2015).

W latach 2008-2010 byłem uczestnikiem projektu naukowego (grant MNiSW) pt.: „*Zróźnicowanie pokrywy lodowej zbiorników wodnych w regionie górnośląskim*”. Efekty badań zespołu realizującego projekt przedstawiono w kilku publikacjach (Jankowski i in., 2009; Machowski, Ruman, 2009; Ruman, Jankowski, Ferdyn, 2011). Badania zjawisk lodowych kontynuowałem także w latach późniejszych (Paszewska, Ruman, 2016), kontynuując badania limnologiczne dotyczące jezior i antropogenicznych zbiorników wodnych. Do najważniejszych prac w tym zakresie tematycznym zaliczam publikacje: ***Water level fluctuations in the Turawa reservoir*** (Jankowski, Ruman, 2008); ***The Late Vistulian and Holocene evolution of Jezioro Lake: a record of environmental change in southern Poland found in deposits and landforms*** (Fajer i in, 2012).

W 2010 roku w ramach projektu Międzynarodowego Roku Polarne IPY POLARCAT realizowałem badania naukowe (z zakresu hydrochemii, limnologii oraz krenologii) podczas wyjazdu na Spitsbergen. Byłem wykonawcą projektu badawczego specjalnego (grant MNiSW) pt.: „*Wpływ zanieczyszczeń gazowych i pyłowych w troposferze na skład chemiczny opadów atmosferycznych i zmiany klimatu w Arktyce i Antarktyce*”. Obszary polarne stały się „poligonem” badań i tematem wielu moich artykułów. Najważniejsze z nich szczegółowo przedstawiano w opisie osiągnięcia naukowego, ponadto zaś do znaczących publikacji zaliczam rozdział w monografii pt.: „*Glacier Evolution in a Changing World*” wydanej przez wydawnictwo INTECH (największego na świecie wydawcę książek naukowych Open Access cytowanych w bazie Web of Science). W rozdziale „*Glaciers as an important element of the World Glacier Monitoring implemented in Svalbard*” (Lehmann-Konera, Ruman i in., 2017) rozszerzono klasyczne znaczenie monitoringu lodowców, zwracając uwagę na ich rolę jako wtórnych źródeł zanieczyszczeń i rezerwarów substancji chemicznych różnego pochodzenia i wieku. Wybrano archipeląg Svalbard, który spośród regionów Arktyki jest zarówno stosunkowo dobrze poznany glaciologicznie, jak i mocno wystawiony na działanie zanieczyszczeń z dalekiego transportu. Rozdział ten zbiera w jednym miejscu dotąd rozproszone i niepowiązane informacje nad związkami lodowców i zanieczyszczeń środowiska, umieszczając je w interdyscyplinarnym kontekście wpływu zmian klimatu na szereg komponentów środowiska polarne. Do moich istotnych publikacji z zakresu tematyki polarnej zaliczam także materiały z konferencji międzynarodowych, indeksowane w bazie Web of Science (Kozioł i in, 2014; Lehmann i in, 2014).

Istotnym elementem moich prac naukowych było wykorzystanie w badaniach najnowszych osiągnięć technologicznych. Jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora zwróciłem uwagę na możliwości wykorzystania nawigacji satelitarnej w pracy geografa (Ruman, Rzętała, 2006). Następnie jako pierwszy w Polsce wykorzystałem sondę ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) w pomiarach limnologicznych zbiorników antropogenicznych (w 2005 roku wykonałem batymetrię zbiornika Turawskiego i Srebrnego, a w 2010 roku wykorzystałem ADCP w badaniach jezior w Arktyce, m.in. jeziora Revvatnet). Technologia ta umożliwia pomiar i rejestrację głębokości i prędkości przepływu wody oraz wykonanie planów batymetrycznych jezior i zbiorników (Machowski i in., 2008). Ponadto daje ona możliwość oceny wielkości i głębokości mieszania wód, co umożliwia opracowanie modeli ruchów wody. Informacje te są niezwykle istotne dla kształtowania się parametrów fizycznych i chemicznych w zbiornikach i jeziorach. Wiedza na ten temat jest ważna w wyborze strategii ochrony oraz rekultywacji akwenów. Opisywałem też nowoczesne metody pomiaru przepływu w rzekach (Absalon i in., 2015). W latach 2010-2015 realizowałem **Grant MNiSW – zespołowy (Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka na lata 2007-2013, Priorytet 1 „Badania i rozwój nowoczesnych technologii”, finansowany przez Unię Europejską)** pt.: *„Zintegrowany system wspomagający zarządzaniem i ochroną zbiornika zaporowego (ZiZOZap)”. Pełniłem w nim funkcję współautora, członka zarządu koordynującego projekt, współkoordynatora zespołów zadaniowych oraz wykonawcy. Najważniejszym osiągnięciem naukowym zespołu, którego pracę współkoordynowałem, było stworzenie pierwszego w Polsce (jednego z pierwszych w Europie) systemu monitoringu (potamicznego i limnicznego) parametrów fizycznych i chemicznych wód zbiornika zaporowego. Opracowany monitoring (oparty na automatycznych sondach wieloparametrowych wody z transmisją danych w technologii GSM) dostarcza szeregu informacji o jakości wód dopływających i wypływających ze zbiornika, pozwala na ocenę wpływu akwenu na jakość wód oraz dostarcza informacji meteorologicznych o wpływie zbiornika na mikroklimat (monitoring meteorologiczny) oraz istotnych informacji dla rozwoju procesów eutrofizacji i warunków życia flory i fauny (monitoring biologiczny). Wszystkie badane parametry zasilają model funkcjonowania zbiornika. Monitoring ciągły parametrów fizyko-chemicznych wody pokazuje dynamikę obserwowanych wskaźników, nie tylko sezonową, lecz dobową, a nawet godziną. Poprawia to możliwości właściwej interpretacji*

otrzymywanych wartości i szybkość reakcji na zagrożenia, tak istotne dla akwenu zaopatrującego w wodę ludność. Efekty projektu opublikowano w licznych publikacjach (Absalon, Ruman, Matysik, 2010; Absalon, Matysik, Ruman, 2011; Ruman, Absalon, Matysik, 2013; Absalon i in., 2014) i prezentowano podczas konferencji krajowych (Absalon, Ruman, Matysik, 2014) i międzynarodowych (załącznik 3). W 2013 roku zaproponowane rozwiązanie uzyskało nagrodę zespołową za **„Innowacyjne rozwiązania w monitoringu jakości wód powierzchniowych”** podczas kongresu „Ekoinnowacje w ochronie środowiska” organizowanego przez Izbę Gospodarczą „Grono Targowe Kielce” pod patronatem Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. W 2015 roku byłem współredaktorem monografii pt.: *„Nowoczesne metody i rozwiązania w hydrologii i gospodarce wodnej”* (Absalon, Matysik, Ruman) oraz członkiem komitetu organizacyjnego ogólnopolskiej konferencji naukowej pod tym samym tytułem.

Ważnym elementem moich badań naukowych są procesy chemiczne zachodzące w hydrosferze. Do najważniejszych prac hydrochemicznych (poza pracami wchodzącymi w skład osiągnięcia naukowego) zaliczam publikacje (zamieszczone w bazie Journal Citation Reports-JCR) dotyczące surfaktantów. Surfaktanty, zwane inaczej związkami powierzchniowo czynnymi (ZPC), charakteryzują się specyficznymi właściwościami fizykochemicznymi, takimi jak zdolność do obniżania napięcia powierzchniowego i/lub międzyfazowego różnych mediów oraz rozpuszczania się w roztworach, których składnikami są substancje polarne i/lub niepolarne. Z tego względu związki powierzchniowo czynne są wykorzystywane w różnorodnych sferach działalności człowieka, czego konsekwencją jest systematyczna ich (bądź produktów ich biodegradacji) emisja do różnych elementów środowiska. Specyficzne właściwości związków chemicznych należących do grupy surfaktantów powodują ich zwiększoną mobilność i swobodne przemieszczanie się pomiędzy poszczególnymi elementami środowiska. Związki powierzchniowo czynne ulegają akumulacji w organizmach żywych bytujących w środowisku wodnym oraz mogą oddziaływać z ich membranami komórek, białkami oraz enzymami. Takie zjawisko może prowadzić do zaburzenia prawidłowych funkcji życiowych, rozkładu komórek, a nawet śmierci organizmów żywych. Ponadto stwierdzono, że obecność anionowych surfaktantów prowadzi do obniżenia napięcia powierzchniowego w komórkach, a tym samym zwiększenia podatności na wnikanie

innych toksycznych zanieczyszczeń do żywych organizmów (Nomura i in., 1998; Jensen, 1999).

Wraz z chemikami z Politechniki Gdańskiej oraz Instytutu Badawczego Leśnictwa przygotowałem cykl trzech publikacji: *Determination of surfactants in environmental samples – part I. Cationic compounds*; *Determination of surfactants in environmental samples – part II. Anionic compounds* i *Determination of surfactants in environmental samples – part III. Nonionic compounds* (Olkowska, Ruman, Kowalska, Polkowska, 2013), w których dokonano oznaczenia surfaktantów (z grupy anionowych, kationowych i niejonowych) w próbach środowiskowych. Mój udział w przygotowaniu tych publikacji polegał na współprzygotowaniu koncepcji badań oraz opracowaniu wyników i wniosków oraz przeglądzie końcowej wersji manuskryptu.

Pełen wykaz opublikowanych prac naukowych zamieszczono w załączniku nr 3 do wniosku.

Podsumowanie osiągnięć naukowo - badawczych

Podsumowując moją aktywność naukową, opublikowałem (autorstwo i współautorstwo) **106 prac naukowych. Po otrzymaniu stopnia doktora opublikowałem 80 prac:**

- **20 artykułów naukowych w czasopismach posiadających współczynnik wpływu Impact Factor znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) i części A wykazu MNiSW;**
- **4 artykuły naukowe w czasopismach zamieszczonych w części B wykazu MNiSW;**
- **1 monografię naukową;**
- **15 rozdziałów w monografiach;**
- **5 artykułów w recenzowanych materiałach konferencji międzynarodowych uwzględnionych w bazie Web of Science (WoS);**
- **2-krotnie redagowałem naukowo (jako członek komitetu redakcyjnego) publikacje zwarte;**
- **33 inne publikacje naukowe.**

Zestawienie opublikowanych prac naukowych zamieszczono w tabeli 1, a ich szczegółowy spis zamieszczono w załączniku 3 do wniosku.

Tab. 1. Zestawienie opublikowanych publikacji naukowych
(wraz z impact factor - IF, punktami MNiSW i cytowaniami wg bazy Web of Science-WoS)

Liczba wszystkich publikacji	Liczba publikacji		Punkty MNiSW	IF zgodny z rokiem publikacji	IF – 5 letni	Liczba cytowań wg WoS*	
	z Impact Factor	bez Impact Factor					
Ogółem	106	20	86	741	37.966	44.493	127
Przed uzyskaniem stopnia doktora	26	-	26	37	-	-	-
Po uzyskaniu stopnia doktora	80	20	60	704	37.966	44.493	127
Osiągnięcie naukowe	16	13	3	397	30.700	36.513	76

* Researcher ID-WoS: S-9533-2017 na dzień 20 grudnia 2017 r.

Mój dorobek publikacyjny charakteryzują następujące wskaźniki bibliometryczne:

- Liczba publikacji zamieszczonych w bazie Web of Science (WoS): 25
(Researcher ID-WoS: S-9533-2017 na dzień 20 grudnia 2017 r.);
- Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS): 127
(Researcher ID-WoS: S-9533-2017 na dzień 20 grudnia 2017 r.);
- Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): 7
(Researcher ID-WoS: S-9533-2017 na dzień 20 grudnia 2017 r.);
- Sumaryczny impact factor (IF) według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: 37.966
- Sumaryczny impact factor (IF 5-letni) według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: 44.493
- Sumaryczna punktacja (zgodna z rokiem publikacji, dla publikacji po uzyskaniu stopnia doktora) wg MNiSW = 704 punktów;
- Liczba cytowań publikacji: 125 a indeks Hirscha (h-index): 8 według bazy Scopus (na dzień 20 grudnia 2017 r.);
- Liczba cytowań publikacji: 209 a indeks Hirscha (h-index): 8 według bazy Google Scholar (na dzień 20 grudnia 2017 r.).

Po otrzymaniu stopnia naukowego doktora realizowałem (jako kierownik, członek zarządu koordynującego, współkoordynator, wykonawca, uczestnik projektu) **8 projektów badawczych** (3 granty MNiSW oraz 5 projektów otrzymanych w ramach konkursów wydziałowych i uniwersyteckich). Ich szczegółowe zestawienie przedstawiono w załączniku 3. Najważniejszym projektem realizowanym w latach 2010-2015 był **Grant MNiSW – zespołowy (Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka na lata 2007-2013, Priorytet 1 „Badania i rozwój nowoczesnych technologii” finansowany przez Unię Europejską) pt.: „Zintegrowany system wspomagający zarządzaniem i ochroną zbiornika zaporowego (ZiZOZap)”**.

Istotnym elementem mojej działalności naukowej było aktywne uczestnictwo w konferencjach. Ogółem wziąłem udział w **58 konferencjach, kongresach oraz warsztatach** (dokładny spis w załączniku 3 do wniosku, a syntetyczne zestawienie zamieszczono w tabeli 2).

Tab. 2. Czynny udział w konferencjach (kongresach, warsztatach) naukowych

Konferencje	Liczba konferencji		Razem
	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora	
Międzynarodowe i zagraniczne	3	10	13
Krajowe	17	28	45
Razem	20	38	58

Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora uczestniczyłem w **20 konferencjach** naukowych (w tym 3 międzynarodowych), wygłosiłem 10 referatów (w tym 1 podczas konferencji międzynarodowej) oraz zaprezentowałem 2 postery podczas 2 konferencji międzynarodowych (Estonia i Ukraina). Byłem współorganizatorem VIII i IX Ogólnopolskich Konferencji Limnologicznych w 2004 i 2005 roku.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora uczestniczyłem w **38 konferencjach** naukowych, w tym **10 międzynarodowych**, m.in. w: Singapurze, Stanach Zjednoczonych, Hiszpanii, Czechach.

Po otrzymaniu stopnia naukowego doktora **wygłosiłem 22 referaty**;

- **5 referatów** podczas konferencji międzynarodowych;
- **11 referatów** podczas krajowych konferencji tematycznych;

- **6 referatów (wykładów) na zaproszenie organizatorów konferencji, z czego 2 podczas konferencji międzynarodowych.**

Wyniki prowadzonych badań zaprezentowałem również w trakcie prezentacji posterów podczas 4 międzynarodowych konferencji tematycznych.

Ponadto byłem współorganizatorem oraz członkiem komitetu organizacyjnego 2 międzynarodowych i 2 ogólnopolskich konferencji naukowych z udziałem gości zagranicznych oraz organizatorem (przewodniczącym komitetu organizacyjnego) warsztatów hydrologicznych (dokładny spis w załączniku 3 do wniosku, a syntetyczne zestawienie zamieszczono w tabeli 3).

Tab. 3. Wygłoszone referaty i zaprezentowane postery konferencyjne oraz organizacja krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych

	Liczba		Razem
	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora	
Wygłoszone referaty podczas konferencji międzynarodowych	1	5	6
Wygłoszone referaty podczas konferencji krajowych	9	11	20
Wygłoszone referaty na zaproszenie organizatorów konferencji międzynarodowych i krajowych	-	6	6
Prezentacje posterów podczas konferencji międzynarodowych	2	4	6
Członek komitetu organizacyjnego konferencji międzynarodowych	-	2	2
Członek komitetu organizacyjnego konferencji krajowych	2	3	5

Za moją działalność naukową (po uzyskaniu stopnia doktora) otrzymałem **6 nagród (5 indywidualnych i 1 zespołową)**;

- Nagroda Indywidualna III Stopnia JM Rektora Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach **za działalność naukowo-badawczą (rok przyznania: 2012)**;
- Nagroda Zespołowa **za „Innowacyjne rozwiązania w monitoringu jakości wód powierzchniowych”** podczas kongresu „Ekoinnowacje w ochronie środowiska” Izba Gospodarcza „Grono Targowe Kielce” pod patronatem Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (rok przyznania: **2013**);

- Nagroda Indywidualna II Stopnia JM Rektora Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach **za działalność naukowo-badawczą** (rok przyznania: **2014**);
- Nagroda Indywidualna II Stopnia JM Rektora Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach **za działalność naukowo-badawczą** (rok przyznania: **2015**);
- Nagroda Naukowa „PolarKNOW” za rok 2015 „*Pro terrarum cognitione*” **za dorobek publikacyjny w zakresie geografii**, Krajowy Naukowy Ośrodek Wiodący w ramach działań projakościowych Centrum Studiów Polarnych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach (rok przyznania: **2016**);
- Nagroda Naukowa „PolarKNOW” za rok 2016 „*Pro terrarum glacie strictarum exploratione*” **za dorobek publikacyjny w zakresie badań polarnych**, Krajowy Naukowy Ośrodek Wiodący w ramach działań projakościowych Centrum Studiów Polarnych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach (rok przyznania: **2017**).

Podsumowanie działalności dydaktycznej

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora sprawowałem opiekę naukową nad **107 studentami** realizującymi prace dyplomowe na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego na kierunku studiów: geografia oraz międzywydziałowym kierunku studiów: ochrona środowiska, prowadzonym przez Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego. W tym okresie byłem promotorem **76 prac licencjackich i seminaryjnych**, ponadto byłem recenzentem i opiekunem naukowym **31 magistrantów**. Aktualnie w roku akademickim 2017/2018 jest opiekunem naukowym 13 studentów (4 studentów na studiach I stopnia oraz 9 – na studiach II stopnia na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego).

W latach 2013-2017 pełniłem funkcję **promotora pomocniczego** (decyzją Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej z dnia 18 grudnia 2013 r.) w **przewodzie doktorskim Katarzyny Marii Kozak**. Rozprawa doktorska pt. „*Badania modyfikacji chemizmu wód powierzchniowych pobranych na obszarze Spitsbergenu przez zanieczyszczenia antropogeniczne przy zróżnicowanym zasilaniu przez wody atmosferyczne*” została **obroniona z wyróżnieniem** decyzją uchwały nr 232/2017 Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej z dnia 11 lipca 2017 r.

Opiekę naukową nad doktorantami realizowałem również w ramach zadań projektu współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego „Kapitał Ludzki” pt.: „Rozwój interdyscyplinarnych studiów doktoranckich na Politechnice Gdańskiej w zakresie nowoczesnych technologii”. Ponadto w ramach tego projektu byłem wykładowcą dwóch warsztatów i kursu dla doktorantów;

- „Arktyka – ciekawy obszar prowadzenia badań naukowych – Czasowa i przestrzenna zmienność warunków obiegu materii i zanieczyszczeń w małych zlewniach arktycznych” organizator: Politechnika Gdańska Wydział Chemiczny, Borucino – Stacja Limnologiczna Uniwersytetu Gdańskiego, 20-22 marca 2015 roku;
- „Metody badań środowiska regionów transgranicznych” organizator: Politechnika Gdańska Wydział Chemiczny, Guciów – Roztoczańska Stacja Naukowa w Guciovie Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, 19-21 czerwca 2015 roku.

Podczas mojego zatrudnienia na Uniwersytecie Śląskim prowadziłem liczne wykłady, ćwiczenia, seminaria oraz zajęcia terenowe (szczegółowe zestawienie tematyki w załączniku 3).

W latach 2008-2017 średniorocznie realizowałem **357 godzin** edukacyjnych. W omawianym okresie podnosiłem swoje umiejętności dydaktyczne podczas warsztatów pt.: „Dobrze uczyć” w ramach projektu Uniwersytet Partnerem Gospodarki Opartej na Wiedzy. Ponadto brałem udział w kursie i warsztatach pt.: „Rozwój interdyscyplinarnych studiów doktoranckich na Politechnice Gdańskiej w zakresie nowoczesnych technologii”, przygotowanych w ramach projektu współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego „Kapitał Ludzki”. W latach 2010-2017 średnia ocena prowadzonych przez mnie zajęć dydaktycznych na podstawie wyników ankiet studentów wyniosła 4,82 i zmieniała się w zakresie: 2010-2013 (4,8); 2013-2015 (4,69); 2015-2017 (4,98) w skali ocen 2-5.

W latach 2009-2012 uczestniczyłem w europejskim programie „UPGOW – Uniwersytet Partnerem Gospodarki Opartej na Wiedzy” – Działanie 4.1 Wzmocnienie i rozwój potencjału dydaktycznego uczelni oraz zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy. Poddziałanie 4.1.1 Wzmocnienie potencjału dydaktycznego uczelni. (Kapitał Ludzki, Unia Europejska, Europejski Fundusz

Spółeczny). Moim zadaniem było opracowanie programu przedmiotu: „*Hydrologiczne i hydrogeologiczne podstawy gospodarki wodnej*” oraz obsługa Systemu Zapewnienia i Doskonalenia Jakości Kształcenia na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego .

W latach 2012-2015 uczestniczyłem w europejskim programie „**UStuś – Uniwersyteckie Studia Środowiskowe: Kierunek Zamawiany „Ochrona Środowiska”** – Priorytet IV – Szkolnictwo wyższe i nauka, Poddziałanie 4.1.2 Programu Operacyjnego (Kapitał Ludzki, Unia Europejska, Europejski Fundusz Społeczny). Moim zadaniem było realizowanie programu nauczania, opieka naukowa nad studentami, promotorstwo prac licencjackich oraz współpraca z Wydziałem Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w ramach projektu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju Kierunki Zamawiane - studia I stopnia na kierunku: ochrona środowiska.

Podsumowanie działalności popularyzującej naukę

Moja działalność popularyzująca naukę przejawiała się przede wszystkim we współpracy ze szkołami na wszystkich etapach kształcenia. W latach 2004-2005 realizowałem wspólnie z uczniami szkół średnich program edukacji ekologicznej, projekt pt.: „*Nasza Kłodnica*” dotyczący stanu środowiska geograficznego i wód rzeki Kłodnicy w ramach **Międzynarodowego Programu Badania Czystości Wód Powierzchniowych „GREEN”** (Global Rivers Environmental Education Network). Ponadto moją działalność popularyzatorską realizowałem, prowadząc wykłady otwarte w ramach działalności Polskiego Towarzystwa Geograficznego. Wygłosiłem 15 wykładów popularnonaukowych podczas spotkań kół terenowych Polskiego Towarzystwa Geograficznego w Sosnowcu, Rybniku, Gliwicach, Tychach i Zawierciu. Popularyzowałem naukę również podczas licznych spotkań z młodzieżą szkolną, studentami oraz pracownikami naukowymi, pełniąc następujące funkcje:

- współorganizator Światowego Dnia Wody. Organizatorzy: Uniwersytet Śląski. Wydział Nauk o Ziemi, 25 marca 2014 roku;
- współorganizator i wykładowca „II Nocy z Geografią Przed Maturą” (wykłady dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych). Organizatorzy: UŚ WNOZ, PTG. Sosnowiec, 8 kwietnia 2016 roku;

- współorganizator i wykładowca „IV Międzynarodowego Dnia Geografa” (wykłady, warsztaty i konkursy dla uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych). Organizatorzy: UŚ WNOZ, PTG. Sosnowiec, 22 kwietnia 2016 roku;
- współorganizator Światowego Dnia Wody. Organizatorzy: Uniwersytet Śląski. Wydział Nauk o Ziemi, 22 marca 2017 roku;
- współorganizator i wykładowca „III Wieczoru z Geografią Przed Maturą” (wykłady dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych). Organizatorzy: UŚ WNOZ, PTG. Sosnowiec, 31 marca 2017 roku.

Ponadto do moich osiągnięć dydaktycznych zaliczam: opracowanie finałowego Wojewódzkiego Konkursu Wiedzy o Województwie Śląskim „Mieszkam w Województwie Śląskim” organizowanego przez Polskie Towarzystwo Geograficzne – Oddział Katowicki (Sosnowiec, 26 marca 2010 roku) oraz pełnienie funkcji jurora XXXVI Olimpiady Geograficznej i XIX Olimpiady Nautologicznej.

Działalność popularyzującą wiedzę naukową realizowałem także podczas kontaktów z mediami, komentując sytuację hydrologiczną w Polsce oraz uczestnicząc w licznych programach telewizyjnych oraz audycjach radiowych. Do najważniejszych zaliczam udział w programie „Wstajesz i wiesz” w TVN24 (25 maja 2010 r.).

Podsumowanie działalności organizacyjnej

Od samego początku mojej pracy na Uniwersytecie Śląskim intensywnie angażowałem się w działalność organizacyjną Wydziału Nauk o Ziemi. Do najważniejszych przejawów tej działalności zaliczam pełnienie następujących funkcji:

- **członek zespołu ds. Obsługi Systemu Zapewnienia i Doskonalenia Jakości Kształcenia** na Wydziale Nauk o Ziemi UŚ w latach 2010-2012;
- **opiekun studentów studiów stacjonarnych pierwszego stopnia** – kierunek geografia WNoZ UŚ - w roku akademickim: 2010/2011 i 2011/2012;
- **opiekun studentów stacjonarnych drugiego stopnia** – kierunek geografia WNoZ UŚ w roku akademickim: 2012/2013 i 2013/2014;
- **opiekun studentów stacjonarnych pierwszego stopnia** – kierunek inżynieria zagrożeń środowiskowych w roku akademickim 2017/2018;

- **członek Komisji ds. Oceny Dorobku Katedr WNoZ UŚ** w latach akademickich: 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018;
- **członek Rady Wydziału WNoZ UŚ** w kadencji 2012-2016 i 2016-2020;
- **członek Komisji ds. Oceny pracowników niebędących nauczycielami akademickimi WNoZ UŚ** w roku akademickim 2014/2015;
- **członek Zespołu ds. Promocji WNoZ UŚ** w roku akademickim 2016/2017, 2017/2018;
- **opiekun studentów studiów stacjonarnych pierwszego stopnia** – kierunek inżynieria zagrożeń środowiskowych WNoZ UŚ - w roku akademickim: 2017/2018.

Do najważniejszych moich działań organizacyjnych, poza Wydziałem Nauk o Ziemi UŚ, zaliczam pełnienie następujących funkcji:

- **moderator spotkań konsultacyjnych** związanych z procesem sporządzania projektów aktualizacji planów gospodarowania wodami dorzeczy pt.: „*Działania informacyjne wspierające proces konsultacji społecznych PGW w obszarze działania RZGW Gliwice*”, organizator: Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach, Gliwice (28.10.2014) i Rybnik (29.10.2014) ;
- **wiceprzewodniczący koła terenowego** Polskiego Towarzystwa Geograficznego w Gliwicach (od 2005 r. do 2008 r.);
- **członek Komisji Rewizyjnej** we władzach oddziału Katowickiego Polskiego Towarzystwa Geograficznego w kadencji 2015-2019.

Podsumowanie innych osiągnięć

Do jednych z najważniejszych moich osiągnięć po otrzymaniu stopnia naukowego doktora zaliczam zakwalifikowanie się i odbycie **dwóch staży zagranicznych** w jednym z najlepszych ośrodków naukowych w Europie (**Austria, Wiedeń, Politechnika Wiedeńska**) w 2015 r. (10-20 września) i 2017 r. (1-30 września). Ponadto uczestniczyłem w 3 międzynarodowych wyjazdach naukowo-badawczych: **Norwegia** (Spitsbergen, Stacja Polarna Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk - sierpień 2010 r.), **Indonezja** (styczeń 2013 r. i luty 2014 r.). Do innych osiągnięć zaliczam **14 recenzji publikacji** w czasopiśmie z listy A i B MNiSW oraz rozdziałów w monografiach. Wśród najważniejszych osiągnięć należy

wymienić także **6 recenzji artykułów naukowych** w czasopismach znajdujących się w bazie listy Journal Citation Reports (JCR) - część listy A MNiSW:

- **Science of Total Environment – STOTEN (Elsevier) – 2 recenzje**
IF = 4.900; IF 5-letni = 5.102 (część A wykazu MNiSW - 40 punktów);
- **Environmental Reviews - 1 recenzja**
IF = 3.196; IF 5-letni = 2.967 (część A wykazu MNiSW - 40 punktów);
- **Monatshefte für Chemie (Springer) – 3 recenzje**
IF = 1.282; IF 5-letni = 1.322 (część A wykazu MNiSW – 25 punktów).

Literatura (wymieniona chronologicznie do punktu 5)

Nomura Y., Ikebukuro K., Yokoyama K., Takeuchi T., Arikawa Y., Ohno S., et al., 1998: Application of a linear alkylbenzene sulfonate biosensor to river water monitoring, *Biosensors and Bioelectronics*, 13 (9): 1047-1053, DOI: 10.1016/S0956-5663(97)00077-8.

J. Jensen, 1999: Fate and effects of linear alkylbenzene sulphonates (LAS) in the terrestrial environment, *Science of the Total Environment*, 226 (2-3): 93-111, DOI: 10.1016/S0048-9697(98)00395-7.

Kościej B., Kulesza M., **Ruman M.**, Rzętała M., Tudyka A., Wicher D., 2002: Przedmiotowe zajęcia terenowe jako pole działalności Studenckiego Koła Naukowego Geografów UŚ. [w:] Rzętała M., Szczypek T., (red): Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. Tom 3. Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ, Wydział Nauk o Ziemi UŚ. Sosnowiec, s. 161-166.

Ruman M., 2003: Geneza zbiorników wodnych na terenie Gliwic. [w:] Machowski R., Rzętała M., (red): Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko, Tom 4. Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ, Wydział Nauk o Ziemi UŚ. Sosnowiec, s. 80-86.

Ruman M., 2004: Zmiany właściwości fizyko-chemicznych wód wybranych zbiorników na terenie Gliwic [w:] Machowski R., Rzętała M., (red): Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko, T. 5 Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ, Wydział Nauk o Ziemi UŚ. Sosnowiec, s. 86-98.

Ruman M., 2005: Abiotyczne przejawy eutrofizacji zbiornika Turawskiego. [w:] III Konferencja Zasoby Wodne Triasu Opolskiego i Ekologia Jezior Turawskich, Opole-Strzelce Opolskie 2-3 czerwca 2005 r. s. 223-230.

Ruman M., Rzętała M., 2005: Zróżnicowanie pokrywy lodowej zbiorników zaporowych Turawa i Kozłowa Góra w latach hydrologicznych 1975–1996. [w:] A. T. Jankowski, M. Rzętała (red.): Jeziora i sztuczne zbiorniki wodne – procesy przyrodnicze oraz znaczenie społeczno-gospodarcze. Uniwersytet Śląski – Wydział Nauk o Ziemi, Polskie Towarzystwo Limnologiczne, Polskie Towarzystwo Geograficzne – Oddział Katowicki. Sosnowiec, s. 189-196.

Ruman M., Rzętała M., Schröder K., 2005: Społeczno-gospodarcze znaczenie zbiornika Turawskiego. [w:] Machowski R., Rzętała M. A., (red.): Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. T. 6. Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ, Wydział Nauk o Ziemi UŚ. Sosnowiec, s. 141-145.

Ruman M., Rzętała M., 2006: Nawigacja satelitarna w życiu codziennym i pracy geografa [w:] Geografia w Szkole Numer. 297 (LIX), 3/2006. EduPRESS Czasopisma Pedagogiczne. Warszawa, s. 22-25.

Machowski R., **Ruman M.**, (red.) 2006: Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. T. 7. Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ, Wydział Nauk o Ziemi UŚ. Sosnowiec, 176 s.

Ruman M., 2006: Eutrofizacja Zbiornika Turawskiego [w:] Harasimiuk M., (red.): Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji Geografów-Doktorantów, Lublin 12-14 czerwca 2006 r., Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Nauk o Ziemi, Polska Akademia Nauk, Komitet Nauk Geograficznych. Lublin, s. 65-71.

Ruman M., Smolarek W., 2006: Zmiany wybranych właściwości fizyko-chemicznych wód Jeziora Małego i Średniego (Równina Opolska) [w:] Gierszewski P., Karasiewicz M.T., (red.): Dokumentacja Geograficzna nr 32, Idee i Praktyczny Uniwersalizm Geografii, Geografia Fizyczna, Polska Akademia Nauk Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania. Warszawa, s. 256-262.

Machowski R., **Ruman M.**, Rzętała M., 2006: Silesian Upland as an anthropogenic landscape. [in:] Anthropogenic Aspects Of Landscape Transformations vol. 4. Faculty of Earth Sciences, University of Silesia, Sosnowiec, Poland, Landscape Parks Group of Silesian Voivodeship. Będzin, Poland, pp. 55-61

Machowski R., **Ruman M.**, Rzętała M., 2006a: Abiotic manifestations of eutrophication of water reservoirs in cases of extreme agricultural and industrial anthropopressure. [in:] Limnological Review vol. 6 (2006). Polish Limnological Society. Poznań, pp. 179-186.

Ruman M., 2007: Rola Zbiornika Turawskiego w dolinie Małej Panwi [w:] Myga-Piątek U., Andrejczuk W., (red.): Krajobraz dolin rzecznych. Materiały Polsko-Ukraińskiej Konferencji Naukowej, IX Seminarium Krajobrazowe. Komisja Krajobrazu Kulturowego Polskiego Towarzystwa Geograficznego. Sosnowiec, Czerniowce, s. 73.

Jankowski A.T., **Ruman M.**, 2008: Water level fluctuations in the Turawa reservoir [in:] Magnuszewski A., Paślawski J., Plit F., (red.): Miscellanea Geographica, University of Warsaw, Faculty of Geography and Regional Studies. Warszawa. s.133-144.

Machowski R., **Ruman M.**, 2008: Zanieczyszczenie wód na obszarze GZM, [w:] Dulias R., Hibszer A., (red.): Górnośląski Związek Metropolitalny. Zarys Geograficzny, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Katowicki. Sosnowiec, s. 82-89.

Machowski R., **Ruman M.**, 2008a: Przemiany stosunków wodnych i rzeźby terenu na skutek wglębnego wydobycia surowców mineralnych na Wyżynie Śląskiej (wybrane przykłady), [w:] Absalon D., Hibszer A., (red.): Geograficzne Aspekty Antropopresji, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Katowicki. Sosnowiec, s. 53-58.

Machowski R., **Ruman M.**, Rzętała M., Rzętała M. A., 2008: Bathymetric measurements taken by means of ADCP method (A case study of Turawa water reservoir). [in:] Bajkiewicz-Grabowska E., Borowiak D., (red.): Anthropogenic and natural transformations of lakes, vol. 1. Department of Limnology University of Gdańsk, Polish Limnological Society, Gdańsk. s. 109-113.

Janus A., Absalon D., Jankowski A.T., **Ruman M.**, 2009: Charakterystyka hydrologiczna i ocean stopnia antropogenicznego przekształcenia zlewni Żylicy. [w:] Jankowski A.T., Absalon D., Machowski R., Ruman M., (red.): Przeobrażenia stosunków wodnych w warunkach zmieniającego się środowiska,

Uniwersytet Śląski – Wydział Nauk o Ziemi, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Katowicki, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach. Sosnowiec, s. 155-164.

Cieśliński R., **Ruman M.**, Machowski R., Gołębiowska E., 2009: Wpływ działalności człowieka na zmiany sieci hydrograficznej w zlewni rzeki Płutnicy (zlewisko Zatoki Puckiej), [w:] Bogdanowicz R., Fac-Beneda J., (red.): Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego. Gdańsk, s. 199-210.

Cieśliński R., Machowski R., **Ruman M.**, 2009: Podobieństwa i różnice cech fizyczno-chemicznych wód dolnego i górnego biegu Piaśnicy, [w:] Bogdanowicz R., Fac-Beneda J., (red.): Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego. Gdańsk, s. 481-489.

Cieśliński R., Machowski R., **Ruman M.**, 2009a: Charakterystyka fizyko-chemiczna wód rozlewiska Bobrka w strefie górniczych osiadań terenu (Wyżyna Śląska) [w:] Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych, tom 40. Uniwersytet Śląski, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Wydział Nauk O Ziemi. Katowice-Sosnowice, s. 19-28.

Jankowski A.T., Machowski R., Piątek M., **Ruman M.**, Rzętała M., Rzętała M. A., Solarski M., 2009: Cechy charakterystyczne złodzenia zbiorników wodnych w regionie górnośląskim, [w:] Marszelewski W., (red.) : Anthropogenic and natural transformations of lakes. Vol. 3, Polish Limnological Society. Toruń, s. 103-108.

Machowski R., **Ruman M.**, 2009: Przebieg zjawisk lodowych zbiornika Czechowice [w:] Jankowski A.T., Absalon D., Machowski R., Ruman M., (red.): Przebobrażenia stosunków wodnych w warunkach zmieniającego się środowiska, Uniwersytet Śląski – Wydział Nauk o Ziemi, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Katowicki, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach. Sosnowiec, s. 187-196.

Absalon D., **Ruman M.**, Matysik M., 2010: Monitoring ciągły parametrów fizyko-chemicznych wód Zbiornika Goczałkowickiego [w:] Ziętkowiak Z., (red.) Woda – Środowisko – Zmiany. Zanieczyszczenia i ochrona wód powierzchniowych. Studia i Prace z Geografii i Geologii nr 13. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań, s. 139-142

Absalon D., **Ruman M.**, Kozioł K., 2010: Zmiany odpływu w zlewni górnej Kłodnicy w II połowie XX wieku [w:] Wrzesiński D., (red.) Woda – Środowisko – Zmiany. Odpływ rzeczny i jego regionalne uwarunkowania. Studia i Prace z Geografii i Geologii nr 12. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań, s. 23-32.

Ruman M., Jankowski A.T., Ferdyn E., 2011: Przebieg zjawisk lodowych zbiorników rogoźnickich [in:] Marszelewski W., (ed.) Anthropogenic and natural transformations of lakes. Vol. 5, PTLim, UMK, Toruń, s. 137-144.

Ruman M., 2011: Uwarunkowania i skutki zmian właściwości fizyko-chemicznych wód Zbiornika Turawskiego. Uniwersytet Śląski, Katowice. 227 s.

Absalon D., Matysik M., **Ruman M.**, 2011: Location, hydrological conditions and factors influencing water quality of Goczałkowice Reservoir and its catchment [in:] Marszelewski W., (ed.) Anthropogenic and natural transformations of lakes. Vol. 5, PTLim, UMK, Toruń, s. 7-15.

Fajer M., Waga J. M., Rzetala M., Szymczyk A., Nita M., Machowski R., Rzetala M. A., **Ruman M.**, 2012: The Late Vistulian and Holocene evolution of Jezioro Lake: a record of environmental change in southern Poland found in deposits and landforms, *J Paleolimnology*, 48:651–667, DOI 10.1007/s10933-012-9634-1.

Olkowska E., **Ruman M.**, Kowalska A., Polkowska Ż., 2013: Determination of surfactants in environmental samples – part I. Cationic compounds. *Ecological Chemistry and Engineering S Vol. 20, No. 1. Issue 1, Society of Ecological Chemistry and Engineering. Opole. s. 69-77 (Ecological Chemistry and Engineering S. Volume 20, No. 1. Issue 1, Pages 69–77, ISSN (Print) 1898-6196, DOI: 10.2478/eces-2013-0005.*

Olkowska E., **Ruman M.**, Kowalska A., Polkowska Ż., 2013: Determination of surfactants in environmental samples – part II. Anionic compounds. *Ecological Chemistry and Engineering S Vol. 20, No. 2. Issue 2, Pages 331–342, ISSN (Print) 1898-6196, DOI: 10.2478/eces-2013-0024*

Olkowska E., **Ruman M.**, Kowalska A., Polkowska Ż., 2013: Determination of surfactants in environmental samples – part III. Nonionic compounds. *Ecological Chemistry and Engineering S Vol. 20, No. 3. Issue 3, Pages 449–461, ISSN (Print) 1898-6196, DOI: 10.2478/eces-2013-0033,*

Ruman M., Absalon D., Matysik M., 2013: Innowacyjne rozwiązania w monitoringu jakości wód powierzchniowych [w:] Woźniak L., Kanabrodzka A., Hejduk M. (red.) *Ekoinnowacje w Polsce*. Kielce, s. 72-82.

Absalon D., Łaszczycza P., Kostecki M., Matysik M., **Ruman M.**, 2014: Ciągły monitoring automatyczny a monitoring klasyczny – alternatywa czy dopełnienie metod oceny jakości wody. [w:] *Gospodarka Wodna nr 8/2014*, 296-299.

Absalon D., **Ruman M.**, Matysik M., 2014: Ciągły monitoring automatyczny – nowe narzędzie oceny zmian jakości wód. [w:] Machula S., Kubiak J. (red.) *Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior. XVIII Ogólnopolska Konferencja Limnologiczna, Materiały Konferencyjne, Szczecin s. 7-9.*

Lehmann S., Kociuba W., Franczak Ł., Gajek G., Łęczyński L., Kozak K., Szopińska M., **Ruman M.**, Polkowska Ż. 2014: Studies on the Presence and Spatial Distribution of Anthropogenic Pollution in the Glacial Basin of Scott Glacier in the Face of Climate Change (Fiord Bellsund, Spitsbergen) *AIP Conference Proceedings*, 1618, 301-304 (2014), DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4897733>

Kozioł K., **Ruman M.**, Kozak K., Polkowska Ż. 2014: Release and Transport of Toxic, Mobile Organic Compounds (Formaldehyde and Phenols) on an Arctic Glacier. Draft. 5th International Conference on Environmental Science and Development (ICESD 2014) Singapore, February 19-21, 2014. *CBEES ELSEVIER* p. 13

Olkowska E., **Ruman M.**, Polkowska Ż., 2014: Określanie stopnia zanieczyszczenia zlewni rzeki Kłodnicy (Śląsk, Polska) związkami z grupy kationowych surfaktantów jako przejawu antropopresji, [w:] R. Cieśliński, K. Jereczek-Korzeniewska (red.), *Problemy badań wody w XX i XXI wieku (The problems of water research in the twentieth and twenty-first century)*, Wyd. UG, Gdańsk, 286-296.

Absalon D., Matysik M., **Ruman M.**, 2015: Nowoczesne metody i rozwiązania w hydrologii i gospodarce wodnej (Novel methods and solutions in hydrology and water management). *Monografie Komisji Hydrologicznej PTG Tom 3. Komisja Hydrologiczna Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Katowicki. Sosnowiec. 426 s.*

Matysik M., Absalon D., **Ruman M.**, 2015: Surface Water Quality in Relation to Land Cover in Agricultural Catchments (Liswarta River Basin Case Study), Polish Journal of Environmental Studies Vol. 24, No. 1, 2015, 87-96.

Absalon D., Kubiciel P., Matysik M., **Ruman M.**, 2015: Nowoczesne metody pomiaru przepływu w rzekach [w:] Absalon D., Matysik M., Ruman M., (red.) 2015: Nowoczesne metody i rozwiązania w hydrologii i gospodarce wodnej (Novel methods and solutions in hydrology and water management). Monografie Komisji Hydrologicznej PTG Tom 3. Komisja Hydrologiczna Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Katowicki. Sosnowiec. 27-43.

Paszewska S., **Ruman M.**, 2016: Przebieg zjawisk lodowych na zbiorniku Rogoźnik I w roku hydrologicznym 2016 [w:] Machowski R., (red.): Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. Tom 17. Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ, Wydział Nauk o Ziemi UŚ. Sosnowiec, s. 60-69.

Lehmann-Konera S., **Ruman M.**, Kozioł K., Gajek G., Polkowska Ż., 2017: Glaciers as an Important Element of the World Glacier Monitoring Implemented in Svalbard in the book "Glacier Evolution in a Changing World" edited by Danilo Godone, ISBN 978-953-51-3544-9, Print ISBN 978-953-51-3543-2, InTech, October 10, 2017 Glaciers. Publisher: INTECH. p. 3-36.

A handwritten signature in blue ink, reading "Marek Ruman". The signature is stylized and written in a cursive script.